Jo Marchant

A LA LUZ DE LAS ESTRELLAS

Cómo la relación del hombre con el cosmos ha influido en el arte, la fe, la ciencia y la sociedad

ESPASA

Índice

Portada
Sinopsis
Portadilla
Dedicatoria
Prólogo
I. Mito
II. Tierra
III. Destino
IV. Fe
V. Tiempo
VI. Océano
VII. Poder
VIII. Luz
IX. Arte
X. Vida
XI. Extraterrestres
XII. Mente
Epílogo
Agradecimientos
Referencias
Notas
Créditos

Visita Planetadelibros.com y
descubre una
nueva forma de disfrutar de
la lectura

¡Regístrate y accede a contenidos

exclusivos!

Primeros capítulos
Fragmentos de próximas publicaciones

Clubs de lectura con los autores
Concursos, sorteos y promociones
Participa en presentaciones de libros

PlanetadeLibros

Comparte tu opinión en la ficha del libro
y en nuestras redes sociales:

Sinopsis

Desde hace al menos 20.000 años, nuestra existencia no es solo terrenal, sino también “celestial”. Los ciclos celestes han condicionado la vida diaria de los hombres. Nuestra relación innata con las estrellas nos ha hecho como somos en el arte, las creencias religiosas, el estatus social, los avances científicos e incluso biológicamente. Pero en los últimos siglos nos hemos desconectado del universo que nos rodea. Y eso tiene un coste.

Diferentes culturas a lo largo de los siglos han celebrado la majestuosidad y el misterio del cielo nocturno. El cosmos es la fuente principal de creatividad en el arte, en la ciencia y en la vida. Jo Marchant nos lo muestra trasladándonos a las cuevas prehistóricas, a los monasterios medievales y sus ingenios para controlar el tiempo, a los marineros guiados por las estrellas. Acompañaremos a Einstein cuando descubra que el tiempo y el espacio son una y la misma cosa y veremos cómo un meteorito de hace cuatro mil millones de años nos llevará a buscar vida extraterrestre más allá de nuestro planeta.

A la luz de las estrellas

Cómo la relación del hombre con el cosmos ha influido en el arte, la fe, la ciencia y la sociedad

Jo Marchant

ESPASA

Para Poppy y Rufus

Prólogo

Todo surgió de la nada hace casi catorce mil millones de años. Nuestro universo optó por existir como un punto increíblemente caliente, denso y diminuto y luego, casi al instante, estalló, el tejido espacial se expandió a una velocidad superior a la de la luz, hasta que la existencia alcanzó el tamaño aproximado de un pomelo. A continuación, el universo siguió extendiéndose y enfriándose y se formó la primera materia. En el primer segundo, una densa sopa de partículas —neutrones, protones, electrones, fotones y neutrinos— se agitaron en un calor abrasador, que dispersó la luz como si fuera niebla.

Cuando tenía unos trescientos ochenta mil años, la burbuja cósmica se había dilatado a decenas de millones de años luz y se había enfriado hasta alcanzar varios miles de grados, de forma que era lo suficientemente templada para que los átomos se mantuvieran unidos. Por primera vez, el universo se volvió transparente a la luz. Al principio lo iluminó un destello, pero después cayó en la oscuridad. La fuerza de atracción de la gravedad tardó cientos de millones de años en trabajar en sutiles variaciones de densidad, colapsando de forma inexorable grupos de gases para formar las primeras estrellas y galaxias, de forma que, una a una, las luces celestes se fueron encendiendo.

La mayoría de los manuales sobre cosmología cuentan una versión de esta secuencia de acontecimientos, pero aún quedan misterios por resolver. ¿Fue de verdad el Big Bang el comienzo de todo o nuestro universo solo es una burbuja que se hincha en un multiverso mucho más grande? ¿Cuál es la fuerza épica que sigue separando el espacio? ¿Seguirá expandiéndose siempre o colapsará de nuevo en un Big Crunch? Sea como sea, todos concuerdan sobre la naturaleza y la historia general del universo. La realidad se ha

revelado como una vasta y sofisticada máquina compuesta de partículas físicas y fuerzas gobernadas por ecuaciones y leyes matemáticas.

Este libro cuenta una historia diferente. El relato científico del universo es un pináculo de nuestra civilización moderna, una visión tan poderosa que ha eliminado casi por completo a sus rivales. En el pasado, la cosmología —el estudio del cosmos— describía el esfuerzo filosófico y espiritual que intentaba dar un sentido a la vida, que se preguntaba quiénes somos, dónde estamos y por qué estamos aquí. En la actualidad es una simple rama de la astronomía matemática. ¿Qué ha sido entonces de las cuestiones más importantes? ¿De verdad no necesitamos saber nada más sobre el universo?

Esta obra no pretende detallar los últimos avances astronómicos, sino ofrecer una guía que abra las puertas a los innumerables conocimientos que el ser humano adquirió de las estrellas, que explique lo que su visión del cosmos le hizo entender sobre la naturaleza de la realidad y sobre el significado de la vida; sobre los dioses, las almas, los mitos, los animales mágicos, los palacios y las esferas celestes de los que se ha desprendido el hombre moderno; sobre la manera en que el punto de vista científico acabó imponiéndose o sobre la forma en que esa evolución sigue moldeando lo que somos hoy en día. Es un relato sobre la gente —sobre sacerdotes, diosas, exploradores, revolucionarios y reyes—, que no comienza con el Big Bang, ni siquiera con el nacimiento de la ciencia, sino con los primeros humanos que contemplaron las estrellas y con las respuestas que hallaron en la bóveda celeste.

* * *

¿Por qué preguntarse por las antiguas creencias sobre el cielo? Los arqueólogos y los historiadores no suelen hacerlo. Sabemos que la ciencia se erigió sobre los esfuerzos por comprender el cielo, pero los estudiosos que siguen el progreso humano desde un punto de vista más general pocas veces le prestan atención. En mi opinión,

esto ha generado un inmenso punto ciego en el conocimiento de nuestros orígenes. De hecho, los patrones que los hombres ven en el cielo siempre han gobernado la vida en la Tierra, conformando las ideas sobre el tiempo y el espacio, el poder y la verdad, la vida y la muerte.

La Antigüedad lo demuestra: la obsesión babilónica por los eclipses, las pirámides egipcias, que los faraones construyeron para que sus almas encontraran el camino hacia las estrellas, o las batallas donde los emperadores romanos lucharon bajo el estandarte del sol. Pero las ideas sobre el cosmos también han moldeado el mundo moderno, su influencia aún está profundamente arraigada en nuestra sociedad —aunque hayamos olvidado su procedencia—, en nuestros parlamentos, iglesias, galerías, relojes y mapas. Las creencias sobre el Sol, la Luna y las estrellas desempeñaron un papel fundamental en el nacimiento del cristianismo y en la exploración y dominación europea del mundo. Guiaron a los legisladores rebeldes que fundaron los principios de la democracia y los derechos humanos, a los economistas que pusieron las bases del capitalismo e incluso a los pintores que realizaron las primeras obras abstractas.

Hoy en día, la contaminación lumínica que envuelve nuestro planeta ha hecho desaparecer casi por completo las estrellas. En lugar de ver miles de ellas en una noche oscura, en las ciudades solo podemos distinguir varias decenas y los astrónomos temen que los satélites artificiales no tardarán mucho en ocultar incluso esas. La mayoría de los estadounidenses y de los europeos ya no puede ver la Vía Láctea. Estamos ante una erosión catastrófica de nuestra herencia natural: la destrucción de la relación con nuestra galaxia y con el universo más amplio. Pero a nadie parece importarle. La mayoría de la gente se encoge de hombros, vive pegada al móvil, indiferente a la pérdida de una visión que la totalidad de las culturas consideraron fundamental a lo largo de la historia.

Y eso a pesar de que aún seguimos buscando nuestro lugar en el cosmos. La ciencia ha logrado un éxito extraordinario: en la actualidad, los niños de cinco años saben más sobre la historia, la composición y la naturaleza del universo físico de lo que

consiguieron averiguar las primeras civilizaciones durante miles de años. Pero al mismo tiempo se ha perdido buena parte del significado que dichas civilizaciones encontraron en la vida. La experiencia personal ha sido eliminada de nuestra comprensión de la realidad, reemplazada por la red abstracta y matemática del espacio-tiempo. La Tierra ha sido golpeada desde el mismo centro de la existencia hasta la periferia; la vida se ha replanteado como un accidente aleatorio y Dios ha quedado totalmente descartado, porque ahora todo se puede explicar mediante leyes físicas. Como dijo el físico Stephen Hawking, lejos de tener un papel significativo en el orden cósmico, solo somos «escoria química» en la superficie de un planeta de tamaño medio que orbita alrededor de una estrella común.

Los críticos se han opuesto durante siglos a esta visión mecanicista de la humanidad, a menudo rechazando por completo a la ciencia en el proceso. Pero ahora incluso algunos científicos destacados manifiestan su preocupación por asuntos que hasta hace poco tiempo se consideraban tabú. Sugieren que el universo podría no estar formado tan solo de materia física, al igual que nosotros. Es posible que la ciencia solo vea una mitad de la imagen. Podemos explicar las estrellas y las galaxias, pero ¿qué hay de la mente? ¿Qué pasa con la conciencia? En pocas palabras, en estos momentos se está perfilando un combate épico que podría transformar la visión del mundo occidental.

Trazadas las líneas de la batalla, creo que necesitamos un cambio de perspectiva, una visión general. Así pues, este es un libro sobre el cosmos. No es una guía científica, sino humana. En lugar de ofrecer un relato exhaustivo, he elegido doce momentos —peldaños, por decirlo de otra forma— que nos revelan cuál ha sido la visión humana del cielo a lo largo de la historia. En concreto, las doce historias siguen el ascenso del universo material occidental y explican la manera en que este modelo de cosmos ha llegado a dominar nuestras vidas. Las historias trazan un camino que se inicia en las primeras manifestaciones humanas representadas en las pinturas rupestres y en los círculos de piedra, atraviesa el nacimiento de grandes tradiciones como el

cristianismo, la democracia y la ciencia, y culmina con la búsqueda de la vida extraterrestre y los vuelos recientes al espacio real y virtual.

Es un viaje que ayuda a explicar quiénes somos hoy en día y que quizá pueda guiar también el rumbo futuro. Es difícil ver los límites de aquello en lo que estás arraigado. Confío en que esta aproximación a la historia de las creencias humanas sobre el cosmos nos ayude a explorar los confines de nuestra visión del mundo y, tal vez, a mirar más allá de él. ¿Cómo hemos llegado a convertirnos en máquinas pasivas en un universo sin sentido? ¿Cómo han influido esas creencias en nuestra forma de vivir? ¿Adónde podemos dirigirnos desde aquí?

I

Mito

A lo largo de la historia, en el arte de todo el mundo se ha repetido un curioso dibujo punteado. El número de puntos varía, pero suele estar formado por seis, típicamente dispuestos en líneas de cuatro y de dos. Este motivo se repite en comunidades distantes entre sí en distintas versiones, como los agujeros perforados en el sonajero de calabaza de una tribu navajo o la representación pictórica en el tambor de un chamán siberiano. Aparece incluso en el logotipo de Subaru, el fabricante de coches japonés.

En todos los casos, los puntos representan uno de los rasgos más característicos del cielo nocturno: el cúmulo de las Pléyades. El grupo, integrado por seis o siete estrellas (el número exacto depende de las condiciones de visibilidad), se encuentra en las inmediaciones de la trayectoria anual del Sol y aparece en numerosos mitos y leyendas: en la tradición cheroqui, las estrellas representan a niños perdidos; los vikingos veían en ellas a las gallinas de la diosa Freya. Además, son una parte distintiva de la constelación de Tauro. Las Pléyades se apoyan en la paleta del toro celeste, que tiene los cuernos en ademán de embestir, un ojo prominente —la gigante roja Aldebarán— y la cara salpicada por otro cúmulo de estrellas, las Híades, formando una uve.

La frecuente aparición de este motivo de seis puntos demuestra la importancia que han tenido las Pléyades en las sociedades de todo el mundo, al igual que el deseo humano compartido de plasmar aspectos del cielo estrellado en el arte. Pero en esta historia hay algo más: otro ejemplo de esos mismos puntos que, si he de ser franca, parece imposible. La cueva de Lascaux,

situada en el suroeste de Francia, es famosa por la riqueza del arte paleolítico que la decora: pinturas y grabados de animales que, por lo visto, fueron realizados hace veinte mil años, en los albores de la humanidad. Los estudiosos han debatido durante décadas sobre su significado. Entretanto, casi invisibles en el techo de la espaciosa entrada, hay seis puntos planos que coinciden a la perfección con las Pléyades. Pulcramente pintados en color ocre rojizo, flotan sobre la paleta de un majestuoso uro.

Con sus cinco metros y doscientos centímetros de largo, el «toro número dieciocho» es la pintura más grande y puede que también la más reconocible de la cueva. Su asombrosa similitud con el moderno Tauro —tiene incluso unos puntos en forma de uve en la mejilla— se conoce desde hace años. Sin embargo, no se menciona en los manuales y los arqueólogos más destacados casi no hablan de él. Tauro fue una de las primeras constelaciones en describirse: aparece en fuentes escritas de hace casi tres mil años y los sacerdotes y astrónomos babilonios imaginaron a las Pléyades como un pelo en el lomo de un toro celeste. Pero ¿podría estar su verdadero origen en un mapa estelar inventado por los supuestamente primitivos cazadores-recolectores de Lascaux? Más que rechazada, esta posibilidad ha sido ignorada por completo.

Pero en los últimos años los expertos en antropología, mitología y astronomía han empezado a mostrarse favorables a un replanteamiento radical de las habilidades de nuestros antepasados paleolíticos y de la influencia perdurable de las historias que narraron. Por ese motivo, esta historia sobre la relación entre los seres humanos y las estrellas empezará con el misterio del toro número dieciocho. Reflexionaremos sobre la posibilidad real de que los artistas de Lascaux pintaran constelaciones y nos preguntaremos por qué se preocupaban tanto por el cielo. En este viaje analizaremos a fondo el significado que atribuyeron al universo los primeros seres humanos, que eran capaces de imaginar, recordar, explicar y representar. El cosmos que crearon sigue conformando nuestras vidas.

* * *

El 12 de septiembre de 1940, Marcel Ravidat, un aprendiz de mecánico de diecisiete años, paseaba con tres amigos por unas colinas próximas a Montignac, el pueblo del suroeste de Francia donde vivía. Una leyenda popular aseguraba que debajo de las colinas había unas cuevas —por lo visto, durante la serie de ejecuciones que siguieron a la Revolución francesa, el abad Labrousse, dueño de una casa solariega que estaba en las inmediaciones, se había escondido en una de ellas— y Ravidat se preguntaba si no guardarían un tesoro escondido. Varios días antes había empezado a abrir un agujero prometedor en la tierra y se disponía a terminar su trabajo armado de una navaja y una linterna improvisada.

El objetivo de los jóvenes era una depresión en forma de cuenca, rodeada de pinos y enebros, y llena de zarzas. En el fondo había una pequeña abertura por la que se accedía a un pozo estrecho y casi vertical. Los jóvenes limpiaron el terreno de espinas —y de los restos de un burro— y cavaron con las manos para ensanchar el agujero hasta que tuviera unos treinta centímetros de ancho. Cuando dejaron caer unas piedras por él, se sorprendieron al comprobar cuánto tiempo rodaban y el eco que generaban. Por lo visto, las zarzas ocultaban algo importante.

Ravidat, que, además de ser el mayor, era el más fuerte del grupo, se zambulló de cabeza en el agujero y avanzó unos metros por el interior de la tierra antes de aterrizar en una pila cónica de arcilla y piedras. Encendió la linterna, que había fabricado con una bomba de grasa y una bobina de cuerda, pero casi enseguida perdió el equilibrio y resbaló hasta el fondo. Cuando, por fin, se detuvo, vio que estaba en una gran sala de unos veinte metros de largo y llamó a sus amigos para que lo siguieran.

Atravesaron la caverna de piedra caliza casi a oscuras, esquivando los charcos de agua poco profundos que había en el suelo, hasta que llegaron a un corredor estrecho con el techo alto y arqueado, similar a la bóveda de una catedral. Entonces, Ravidat levantó la linterna y los jóvenes encontraron el tesoro. Una auténtica explosión de vida cubría las paredes blancas; las imágenes del nacimiento de nuestras especies volvían a exhibirse

después de veinte mil años.

En un principio, los jóvenes notaron las líneas de color y los extraños signos geométricos. Luego, moviendo la linterna, vieron los animales. Había caballos por todas partes, dorados con las crines negras, y también toros negros y rojos, íbices y un ciervo con cuernos que bramaba. Los rebaños trepaban por las paredes y se precipitaban por el techo, algunos estaban bien definidos y eran de varios colores, otros, en cambio, parecían fantasmagóricos, como si emergieran de la niebla. A pesar de que los jóvenes desconocían el verdadero alcance de su hallazgo, comprendieron que era especial y lo celebraron con saltos y gritos bajo la trémula luz.

La cueva de Lascaux (cuyo nombre hace referencia a la vecina casa solariega) está considerada como uno de los descubrimientos arqueológicos más espectaculares de la historia. En realidad, solo es una de las numerosas cuevas que hay en el sur de Francia y el norte de España, que fueron decoradas hace entre 37.000 y 11.000 años por unos humanos anatómicamente modernos, que habían emigrado por primera vez a Europa, procedentes de África, hacía unos 45.000 años, durante la última glaciación. Este periodo se denomina Paleolítico Superior, debido a las herramientas de piedra que se usaron en él, y, según parece, durante el mismo se produjo una verdadera explosión de creatividad humana. El arte rupestre de esa época también se conoce en otros lugares —como Indonesia y Australia, por ejemplo— y con toda probabilidad la práctica se originó en un primer momento en el continente africano. Pero gracias a su complejidad, a la exquisita conservación y al gran volumen de pinturas y grabados —casi dos mil—, Lascaux es uno de los mejores ejemplos.

Los artistas utilizaron pinceles realizados con plantas o hisopos de pelo, una paleta de minerales de hierro y manganeso, arcilla de caolín y barras de carbón, para cubrir corredores y cámaras de hasta cien metros en el interior de la roca. Sus creaciones ofrecen una visión rara e inquietantemente hermosa de la mente humana prehistórica. ¿Quiénes eran los primeros habitantes del planeta? ¿Qué era lo que les importaba y qué los

impulsó a crear arte? ¿Qué fue lo que, en efecto, los hizo humanos?

Después del descubrimiento del joven Ravidat, los estudiosos encontraron numerosas respuestas a esas preguntas. Una de las primeras ideas fue que las misteriosas figuras eran simplemente decorativas, «el arte por el arte», y que carecían de un significado especial. Otra sugería que los animales representaban a diferentes clanes y que las pinturas mostraban las batallas y las alianzas que se producían entre ellos. Algunos expertos pensaban que las pinturas se concebían como hechizos mágicos para tener éxito en las expediciones de caza o para ahuyentar a los espíritus malignos. En los años sesenta los estudiosos adoptaron un enfoque estadístico y registraron cómo se distribuían los distintos tipos de figuras en las cuevas; los patrones que recopilaron siguiendo este método sirvieron de base para elaborar diferentes teorías, como, por ejemplo, que los caballos y los bisontes simbolizaban la identidad masculina frente a la femenina.

De todos ellos, Norbert Aujoulat fue el que, quizá, llegó a conocer las pinturas de forma más íntima. Aujoulat sentía verdadero entusiasmo por las cuevas, a tal punto que se definía como «un hombre subterráneo». Desaparecía días enteros en las excursiones solitarias que efectuaba en las montañas francesas y contribuyó a descubrir un buen número de cámaras subterráneas. Aun así, nunca pudo olvidar la primera vez que vio Lascaux, una tarde de invierno de 1970. Después del hallazgo, el sitio se había abierto al público y luego se había vuelto a cerrar: la respiración de cientos de visitantes al día y los gérmenes que estos introducían estaban dañando las valiosas pinturas. Aujoulat, que por aquel entonces era un estudiante local de veinticuatro años, se unió a una visita privada guiada por Jacques Marsal, uno de los cuatro amigos que habían descubierto la cueva hacía tres décadas.

Para llegar a las pinturas, Marsal los condujo por una pendiente, a través de varios cámaras y puertas revestidas de piedra, que habían sido construidas por motivos de seguridad y que contribuyeron a que Aujoulat se sintiera como si se estuviera adentrando en un templo sagrado. La última puerta era de bronce

macizo y estaba decorada con piedras pulidas. Aujoulat solo tardó media hora en explorar los tesoros que se encontraban al otro lado de dicha puerta, pero fue suficiente para que su vida diera un vuelco. Quedó cautivado por la abrumadora sensación de presencia humana que experimentó en el interior de la cueva, suficientemente poderosa para perdurar tantos siglos, y decidió que debía comprender la manera en que se habían realizado las pinturas y a qué motivo respondían.

Aujoulat tardo casi veinte años en realizar su sueño. En 1988, en calidad de jefe del Departamento de Arte Parietal del Ministerio de Cultura francés, inició un colosal estudio de la cueva de Lascaux, que duró una década y que abarcó desde los grandes toros que rodeaban el techo de la cueva de entrada hasta los densos y enmarañados grabados que se encontraban en una cámara más pequeña, conocida como el Ábside. A diferencia de otros expertos, que se habían centrado en el arte, Aujoulat abordó el estudio de Lascaux desde el punto de vista de un naturalista y examinó cada aspecto de la cueva, de la geología de la piedra caliza a la biología de los animales que cubrían las paredes. Al final, llego a la conclusión de que sus compañeros habían pasado por alto una dimensión crucial: el tiempo.

Al analizar las pinturas superpuestas donde aparecían caballos, uros y ciervos, descubrió que en todos los casos se habían pintado primero los caballos, luego los uros y por último los ciervos. Además, los animales siempre aparecían con rasgos que correspondían a determinadas épocas del año: los caballos con el pelaje voluminoso y la cola larga, típicos del final del invierno, los uros durante el verano y los ciervos con los prominentes cuernos característicos del otoño. Concluyó que se trataba de la época de apareamiento de cada especie.

Aujoulat describió sus hallazgos en un libro publicado en 2005, *Lascaux. Le geste, l'espace et le temps.* En él argumentaba que, dado que muestra los ciclos de fertilidad de animales importantes, la cueva debía entenderse como un santuario espiritual que simbolizaba la creación y el ritmo eterno de la vida. Pero el ciclo de creación que representaban las pinturas no era tan solo terrenal,

además tenía que ver con los animales y el clima. Se extendía, por tanto, a la totalidad del cosmos.

La recreación anual de la vida propia del mundo paleolítico se refleja, sin lugar a dudas, en los ciclos estelares: cada estación está marcada por el paso del Sol y por la aparición de ciertas constelaciones en el cielo nocturno. Aujoulat creía que este hecho era fundamental en la visión de los artistas, que pretendían mostrar la manera en que se entrelazaban el tiempo biológico y el cósmico. Comparó la cueva, con sus paredes salientes y las pinturas que cubrían el techo, con «la bóveda celeste» y observó que los animales no aparecían representados en el suelo, sino en el cielo.

Eso podría explicar por qué los animales parecen flotar con frecuencia —pintados desde todos los ángulos, sin una línea de tierra, a veces incluso con las pezuñas colgando—. Si Aujoulat tiene razón, la cueva de Lascaux tiene tanto que ver con la cosmología como con la biología: más que copiar su entorno inmediato, los artistas sintetizaban los cambios —en la tierra y en el cielo— que definían su existencia. Por decirlo de alguna forma, se trataba de una oda a su universo, que representaba las primeras ideas humanas sobre la naturaleza del cosmos y sobre los orígenes de la vida.

Aujoulat era un miembro importante del mundo académico francés y su trabajo ha tenido una enorme influencia. En cualquier caso, sus ideas sobre el cielo no suelen tratarse. Sin pruebas directas, a los arqueólogos le resulta más fácil concebir las pinturas como una celebración de la naturaleza que como una visión del cielo. No obstante, algunos estudiosos piensan que Aujoulat no fue lo suficientemente lejos, que, en lugar de imaginar sin más a los animales en el cielo, los artistas de Lascaux pintaban mapas de las estrellas.

* * *

En 1921, un prehistoriador francés, Marcel Baudouin, encontró una esponja fosilizada en forma de pene. El fósil, que apareció en Beynes, en el centro septentrional de Francia, tenía una pátina de

color rojo intenso, que un antiguo artista había quebrado en algunas partes para crear una serie de puntos amarillos en forma de pezuña. «¡Es la primera vez que veo un trabajo como este!», escribió Baudouin entusiasmado. En un artículo titulado «La grande ourse et le phallus du ciel», afirmó que el dibujo coincide con la constelación septentrional *Ursa Major* (la Osa Mayor), incluso con estrellas más brillantes representadas mediante puntos más grandes.

A pesar de que fue imposible poner una fecha a los puntos, Baudouin concluyó que habían sido esculpidos en el Paleolítico o en el Neolítico. Debido a la rotación de la Tierra, las estrellas del hemisferio norte parecen rodear un punto estacionario en el cielo, justo encima del Polo Norte (conocido hoy en día como el polo norte celeste). Baudouin sugiere que el fósil trataba de representar este polo como un pene celeste y que los puntos grabados eran la vecina *Ursa Major* girando alrededor de su eje.

Fue uno de los primeros en ver las estrellas en el arte prehistórico; en los años veinte y treinta, varios académicos, incluido Baudouin, informaron sobre las constelaciones presentes en las depresiones cóncavas, denominadas «marcas de copa», excavadas en monumentos de piedra y en las paredes de las cavernas desde el sur de Francia hasta Escandinavia. Sus afirmaciones no se pudieron demostrar y hoy en día han caído en su mayor parte en el olvido, pero varias décadas más tarde, el arqueólogo estadounidense Alexander Marshack popularizó el concepto de astronomía paleolítica en un influyente libro publicado en 1972, *The Roots of Civilization.*

Marshack utilizó un microscopio para examinar unas marcas que se encontraban en los fragmentos de hueso realizadas por gente del Paleolítico Superior. Uno de los primeros que estudió fue un pedazo de hueso de treinta mil años de antigüedad procedente del refugio de roca Blanchard, en la región de Dordoñe, Francia. Por un lado está grabado con sesenta y nueve surcos en forma de disco o de media luna, dispuestos en una línea serpenteante. Marshack demostró que los surcos se habían realizado utilizando veinticuatro tipos de trazos diferentes, lo que sugería que habían

sido grabados en grupos en veinticuatro ocasiones distintas. No eran simples garabatos, sino un recuento y Marshack pensó que se trataba de las fases cambiantes de la luna. Estudió patrones similares en una serie de huesos, piedras y astas, y al final dedujo que los hombres del Paleolítico examinaban cotidianamente el cielo y usaban calendarios lunares para marcar el paso del tiempo.

Dado que las ideas de Marshack sobre la astronomía de la Edad de Hielo fueron ampliamente aceptadas, aunque no probadas, los investigadores no tardaron mucho en volver a buscar constelaciones de estrellas prehistóricas, en especial en las cámaras de Lascaux. El astrónomo alemán Michael Rappenglück oyó hablar por primera vez sobre esta idea en 1984, cuando asistió en calidad de estudiante de la Universidad de Múnich a una conferencia donde se sugirió que las pinturas de Lascaux podían contener mapas estelares. «Me sentí fascinado», asegura. Rappenglück, que ahora es director del Centro de Educación para Adultos y del observatorio de Gilching, en Alemania, además de antiguo presidente de la Sociedad Europea de Astronomía en la Cultura, ha estado investigando sobre esta teoría desde entonces.

Una de las escenas que ha estudiado es el toro número dieciocho. Debido a la oscilación del eje de rotación de la Tierra, las constelaciones se desplazan en el cielo durante largos periodos de tiempo; las estrellas también siguen sus trayectorias. Así pues, para calcular en qué medida esto correspondía a Tauro y a las Pléyades, Rappenglück calculó cómo debían de verse las estrellas hacía unos veinte mil años y comparó esos datos con mediciones tomadas a partir de fotografías de la pared de la cueva. Descubrió que cuando se creó el toro, las Pléyades estaban ligeramente más altas sobre su lomo y las Híades enmarcaban Aldebarán (el ojo del toro) con mayor claridad, una coincidencia que se ajustaba más a la pintura que a la situación actual.

Pero Rappenglück está convencido de que no se trata de una simple coincidencia porque, dice, la constelación de Tauro (que en el pasado representaba un toro entero, que fue perdiendo los cuartos traseros a lo largo de los siglos hasta dar lugar a una nueva constelación, el carnero Aries) tenía sus orígenes en una

agrupación estelar mucho más antigua —que podríamos llamar «Uro»— inspirada en los toros gigantes que los hombres de la Edad de Hielo cazaban para alimentarse.

Rappenglück sostiene sus ideas con pruebas antropológicas. A lo largo de la historia, las sociedades han usado a las Pléyades como calendario, señala. Las estrellas giran cada noche alrededor de los polos celestes norte y sur, pero nuestra órbita alrededor del Sol implica que también siguen un ciclo anual; diferentes estrellas y constelaciones «salen» o «se ponen» (se hacen visibles en el horizonte al amanecer o desaparecen de la vista al atardecer) en determinadas épocas del año. Dada su condición de cúmulo estelar próximo a la eclíptica —el camino que recorre el Sol en el cielo—, las Pléyades marca las estaciones especialmente bien.

En la actualidad, comunidades agrícolas como las de Lituania, Mali o los Andes, determinan el año agrícola en función de la visibilidad de las Pléyades. Las tribus nativas americanas, como los pies negros, sincronizan tradicionalmente sus vidas con estas estrellas y con el ciclo vital del bisonte: cuando las Pléyades se fijan, es el momento de cazar. En el caso de los sioux o de los cheyenes, los nombres de los meses corresponden incluso al ciclo vital del bisonte: noviembre es el mes de «la luna de fertilización de las hembras del búfalo», mientras que enero es «la luna cuando el pelaje de los búfalos jóvenes toma color».

Rappenglück sugiere que los artistas de Lascaux podrían haber creado un calendario estelar en el que las Pléyades marcaban los momentos clave del ciclo vital del uro de forma similar. Calculó que cuando se pintó el toro número dieciocho, las Pléyades aparecían justo antes del amanecer a mediados de octubre, alcanzaban su cénit en el cielo al principio de la primavera y desaparecían a finales de agosto. Esto significa que la aparición y posterior reaparición de las Pléyades podría haber circunscrito la época de apareamiento de los uros, que tenía lugar entre agosto y octubre. A partir de ahí, quizá fue natural asociar las estrellas que circundaban las Pléyades con la imagen de un toro. Este habría dominado el cielo primaveral al oeste de las colinas que rodean la cueva de Lascaux; una criatura gigante, celeste, con un ojo

parpadeante de color rojo y pelos brillantes en el lomo, dispuesto para sacudir la Vía Láctea con sus cuernos.

Rappenglück ve posibles asociaciones astronómicas en otras cuevas. En la cueva de Tête-du-Lion, en Ardèche, otro uro, casi cuatro mil años más viejo que el toro número dieciocho, presenta un grupo de siete puntos en el cuerpo, que, según el estudioso alemán, podrían representar a las Pléyades. Y en la cueva de El Castillo, en Santander, España, hay un misterioso grupo de siete discos de color ocre, que datan de los años 12.000-11.000 a. C., dispuestos en una curva descendente y próxima a un llamativo friso de cinco metros de largo formado por plantillas de manos rojas.

Después de calcular cómo debía de verse el cielo en ese momento, Rappenglück concluyó que los puntos coinciden con una constelación denominada la Corona Boreal, y sugirió que la franja de manos que hay a su lado podía representar la Vía Láctea. En el año 12.000 a. C., la Corona Boreal nunca quedó fija, sino que giró alrededor del polo norte celeste —al igual que el equivalente paleolítico de Polaris, nuestra estrella polar—, razón por la que debía de ser importante para marcar la dirección hacia el norte. Al igual que las Pléyades, la Corona Boreal también ocupa un lugar destacado en la mitología. Un mito celta la describe como el hogar de la diosa Arianrhod, un castillo de hielo situado en una mágica isla giratoria del cielo septentrional. ¿Es posible que los elementos de este mito tengan su origen en el Paleolítico, cuando esas estrellas trazaron realmente una circunferencia en el cielo?

Los escépticos insisten en que esas ideas jamás podrán probarse. Existen demasiadas combinaciones posibles, demasiados conjuntos de puntos en las cuevas europeas y demasiadas estrellas en el cielo. Pero otros argumentan que, si las características del toro número dieciocho en particular no fueran intencionales, estaríamos ante una coincidencia extraordinaria. Además, Rappenglück no es el único que relaciona las cuevas del Paleolítico con las historias que contamos sobre las estrellas.

* * *

La razón por la que suelen existir mitos similares en culturas que, en apariencia, no tienen ninguna relación entre sí, además de ubicarse en lugares diferentes, sigue siendo un misterio. Pongamos, por ejemplo, la historia de la caza cósmica, en la que se persigue a un animal hasta cielo y este se transforma en una constelación de estrellas. En todo el mundo existen variantes de este relato con diferentes estrellas, cazadores y presas.

En una versión griega del mito, Zeus engaña a la princesa Calisto, compañera de la diosa Artemisa, para que renuncie a su virginidad y ella da a luz a un hijo, Arcas. Enfurecida, Artemisa convierte Calisto en oso. Arcas crece para ser cazador y casi mata a su madre con una lanza, pero Zeus interviene, transforma a Calisto en la constelación de la Osa Mayor y a Arcas en la Osa Menor para que esté a su lado.

Los iroqueses del noroeste de los Estados Unidos, por su parte, cuentan la historia de tres cazadores que hirieron a un oso en un bosque; desde entonces, su sangre tiñe las hojas en otoño. Los cazadores siguieron al oso hasta el cielo y juntos se transformaron en la Osa Mayor. Para los chucotos siberianos, la constelación de Orión muestra a un cazador persiguiendo a un reno, Casiopea, mientras que para sus vecinos, los ugrofineses, la presa es un alce.

El arqueólogo y estadístico francés Julien d'Huy demuestra los orígenes de estas historias valiéndose de los principios filogenéticos, una técnica desarrollada para averiguar las relaciones existentes entre las distintas especies comparando sus secuencias de ADN. Los biólogos utilizan programas informáticos para analizar estas semejanzas y diferencias en el ADN y crear árboles genealógicos donde figuran las relaciones más probables entre las especies. D'Huy hace algo parecido en el caso de los mitos.

En lugar de estudiar el ADN, d'Huy analizó cuarenta y siete versiones de la caza cósmica en todo el mundo, dividiéndolas en noventa y tres componentes individuales o «mitemas», como «el animal es herbívoro» o «un dios transforma al animal en una constelación». Codificó para cada mito la presencia (1) o la ausencia (0) de cada mitema con la intención de obtener una

cadena de ceros y unos, y a continuación utilizó un software filogenético para compararlos y elaborar el árbol genealógico más probable. Sus resultados, que fueron publicados en 2016, sugieren que el mito se originó en Eurasia septentrional.

Una rama se extendió luego a Europa occidental y otra llegó a Norteamérica cuando los humanos emigraron allí cruzando el estrecho de Bering, que en el pasado unía el extremo oriental de Rusia con Alaska. Según d'Huy, esto significa que la historia debió nacer hace unos quince mil años, antes de que se sumergiera el puente de tierra.

La versión original paleolítica de la caza cósmica, concluye d'Huy, narra la historia de un cazador solitario que persigue a un alce. La caza se dirige hacia el cielo, pero, antes de que el cazador pueda matar al animal, este se transforma en lo que conocemos como el Carro o el Arado (la cola y el flanco de la Osa Mayor). Los alces eran los mamíferos dominantes en los bosques del norte de Eurasia en el periodo paleolítico. Además de ser cruciales para la caza, algunas pruebas les atribuyen también importancia cultural. Un estudio realizado en 2007 sobre cientos de colgantes elaborados con dientes de animales descubiertos en Estonia, por ejemplo, demuestra que el alce era el mamífero que aparecía representado con mayor frecuencia en los periodos mesolítico y neolítico (8 900-1 800 a. C.), antes de dar paso a los osos. Mientras la historia de la caza cósmica se extendía por el planeta y la historia, los diferentes pueblos fueron adaptándola a los animales y a las constelaciones que consideraban más relevantes.

Otros relatos analizados por d'Huy parecen remontarse a épocas aún más tempranas y se difundieron fuera de África con las primeras olas migratorias humanas, hace más de cuarenta mil años. El estudioso ha recopilado un núcleo de «protomitos» que, en su opinión, los primeros humanos trajeron consigo cuando emigraron hacia el norte y el este. No en todos aparecen las estrellas. Hay dragones: serpientes gigantes y con cuernos que protegen las fuentes de agua y que pueden volar, que forman el arco iris y desencadenan la lluvia y las tormentas. Pero también incluyen a las Pléyades, a menudo representadas como una mujer o

un grupo de mujeres enfrentadas a Orión, que aparece como hombre, y la idea de la Vía Láctea como el río o el camino que recorren los muertos.

En otras palabras, los mitos sobre las estrellas que contamos hoy en día no son simples historias. Son memorias culturales que se transmitieron de una generación a otra durante miles de años, que en ocasiones se remontan al Paleolítico. D'Huy las describe como «una mirada al universo mental de nuestros antepasados». Esa mirada no vincula directamente a las Pléyades con el uro, pero, al igual que las pinturas de Lascaux, habla de forma contundente sobre seres vivos impresos en el cielo.

* * *

Para los nativos chumash del sur de California, el universo estaba integrado por tres mundos en forma de disco que flotaban en un gran abismo. Al fondo estaba el mundo inferior, habitado por seres deformes y malévolos. El mundo medio, donde vivían los humanos, estaba sostenido por dos serpientes gigantes que causaban terremotos cuando se movían. Coronando los dos anteriores se encontraba el mundo superior, sostenido por un águila grande, que provocaba las fases lunares con el movimiento de sus alas.

Ese cosmos estaba gobernado por el Sol, un viudo viejo que vivía en una casa de cristal de cuarzo en el mundo superior y comía carne humana. Todos los días viajaba por el cielo empuñando una antorcha, únicamente vestido con una banda de cuero atada a la cabeza. Por la noche apostaba contra el coyote del cielo (con toda probabilidad se trataba de Polaris, la Estrella Polar) para determinar el destino de la gente que se encontraba a sus pies. Así pues, no es sorprendente que los chumash escrutaran el sol. Pero su conocimiento del mundo superior no derivaba tan solo de su observación del cielo. Como veremos, lo conocían porque habían viajado hasta allí.

Hace varios siglos, los chumash prosperaron en la costa del centro meridional de California y sus viajes nos proporcionan una nueva perspectiva de la visión que los hombres prehistóricos como

los artistas de Lascaux tenían sobre el cielo. Esto se debe a que, por lo visto, la complejidad del estilo de vida de los chumash era muy similar al de Europa durante el Paleolítico Superior. Vivían en chozas redondas de paja y tenían cuencos de madera con hermosos grabados, cestas finas y canoas fabricadas con tablas, que utilizaban para pescar en el mar peces espada de hasta doscientos setenta kilos. Los hombres se adornaban el cuerpo con pintura y llevaban tocados de plumas, las mujeres vestían faldas de piel de ciervo o de nutria, y utilizaban cuentas de concha como dinero.

Antes de la llegada de los españoles en el siglo XVIII vivían en California unos quince mil nativos. Los soldados que entraron por primera vez en contacto con ellos, en 1769, describieron grandes ciudades con montones de pescado asado en los tejados. Pero en las décadas siguientes los chumash sucumbieron a los colonizadores y a sus infecciones —tifus, neumonía y difteria— y su número se redujo drásticamente.

A principios del siglo XX, la cultura y la lengua chumash casi habían desaparecido, pero gracias a un lingüista llamado John Peabody Harrington, que trabajaba para el Instituto Smithsoniano, aún pervive algo de ellas. Harrington dedicó su carrera a estudiar a los hablantes más ancianos de las lenguas en vías de desaparición de toda Norteamérica, tratando de persuadirlos para que compartieran todo lo que pudieran recordar de su herencia.

Excéntrico y obsesivo, Harrington trabajó solo. Después de su muerte, en 1961, los conservadores del instituto descubrieron los cientos de cajas que había guardado en almacenes, garajes e incluso gallineros por todo el oeste de los Estados Unidos. Entre las flautas, las muñecas, los pájaros muertos, las tarántulas, la ropa sucia y los sándwiches a medio comer, se encontraba lo que se conoce como «la mina de oro de Harrington»: fotografías, bocetos, notas y grabaciones que detallaban las palabras y las creencias de unas culturas que se habían creído perdidas, incluida la de los chumash.

Al cabo de varios años, Travis Hudson, un conservador del Museo de Historia Natural de Santa Bárbara, utilizó cientos de páginas de las notas de Harrington para reconstruir el relato más

detallado que se conserva sobre las creencias astronómicas de las comunidades de cazadores y recolectores del mundo. En su libro de 1978, *Crystals in the Sky,* Hudson afirmó que el conocimiento del cielo que tenían los chumash era mucho más rico y elaborado de que lo que jamás habrían creído posible los estudiosos occidentales.

Los ancianos chumash a los que entrevistó Harrington hablaban de un mundo superior poblado por seres poderosos y sobrenaturales. La Estrella Polar, Polaris, era el coyote del cielo, el padre de la humanidad y el ser a cuyo alrededor giraba el resto del cielo. Las estrellas Cástor y Pólux (los gemelos Géminis) eran las primas del Sol, mientras que Aldebarán era otro coyote que seguía a las doncellas de las Pléyades por el cielo. El cinturón de Orión era un «Oso» y la Vía Láctea un camino de fantasmas.

Los movimientos de estas deidades interferían con la vida en la tierra. Los chumash sabían que si el Sol salía o se ponía en un determinado lugar en el horizonte, o si aparecían ciertas estrellas en el cielo al amanecer o al anochecer, significaba que se iban a producir ciertos cambios estacionales en la tierra: las semillas madurarían, los ciervos emigrarían y llegaría la lluvia. El solsticio de invierno, el punto donde el Sol alcanza su punto más lejano en el sur y los días son más cortos, se consideraba un tiempo crítico para el cosmos. Si no se podía convencer al Sol para que volviera, caería la oscuridad y se extinguiría la vida en la tierra. Los chumash efectuaron atentas observaciones para predecir el solsticio y en la mañana crucial celebraban rituales, a menudo en cuevas, en los que plantaban en el suelo palos solares con puntas de cuarzo para atraer de nuevo al Sol hacia un rumbo septentrional.

Ese conocimiento, sin embargo, no estaba al alcance de todos. Los secretos celestes pertenecían a un grupo de élite compuesto de sacerdotes-astrónomos denominados *'antap*, que integraban lo que, en esencia, era una sociedad secreta dirigida por el sacerdote del Sol. Nunca compartieron sus conocimientos con la gente común y ejercieron una gran influencia política, alegando que eran los únicos que podían entender e influir en el sistema cósmico que

determinaba la vida de los chumash.

Los sacerdotes profundizaron su conocimiento astronómico en el curso de sus innumerables observaciones nocturnas, pero también con la ayuda de plantas alucinógenas del género *Datura* (que forma parte de la familia de la belladona), que utilizaban para «buscar visiones». Gracias a ellas pudieron visitar el mundo superior, donde entraron en contacto con los guardianes sobrenaturales como el Coyote, predecir el futuro e influir en él y comunicarse con los espíritus de los difuntos.

Se trata de una práctica denominada chamanismo. El término tiene su origen en Siberia, donde unos viajeros occidentales se reunieron en el siglo XVII con unos líderes religiosos a quienes los pueblos tunguses llamaban *saman*, aunque en las sociedades de cazadores y recolectores de todo el mundo existen prácticas y creencias similares. Los chamanes entran en estados de trance para visitar una realidad alternativa o el mundo espiritual. Durante sus viajes encuentran y obtienen poder de los guías espirituales, lo que les permite desempeñar una serie de funciones como prever el futuro, dañar a los enemigos, dominar el clima y curar a los enfermos. Los trances se inducen de diferentes maneras, en ocasiones consumiendo plantas alucinógenas como la datura o la ayahuasca, también meditando, ayunando, mediante la privación sensorial o con rituales acompañados de toques de tambor o de danzas.

En un principio, los antropólogos occidentales consideraban que el chamanismo no merecía ser estudiado y tildaban de estafadores o enfermos mentales a los que lo practicaban. Pero el historiador de las religiones rumano Mircea Eliade cambió esta visión con un estudio transcendental, *El chamanismo y las técnicas arcaicas del éxtasis,* que se publicó por primera vez en inglés en 1964. Eliade analizó la práctica del chamanismo a lo largo de la historia y afirmó que esta ha existido en todas las sociedades de cazadores-recolectores, desde Siberia a Norteamérica o el Tíbet. Dada la gran semejanza de estas tradiciones, apuntó a que estas debían tener su origen en una fuente común paleolítica, que se fue extendiendo a medida que la gente emigraba en el planeta, al igual

que había sucedido con los mitos estudiados por d'Huy. En otras palabras, el chamanismo fue la primera religión de la humanidad.

Desde entonces, los académicos han cuestionado algunas de las suposiciones de Eliade. En cualquier caso, su trabajo desencadenó una ola de interés popular y científico por el chamanismo. En la actualidad, hay varias líneas de evidencia que sugieren que los trances chamánicos no son un fenómeno exclusivamente cultural (o imaginario), sino que representan una capacidad universal del cerebro humano. Los neurocientíficos han medido los patrones característicos de la actividad cerebral de los chamanes durante sus viajes espirituales, que coinciden con algunos de los rasgos de la hipnosis y la meditación, lo que indica que estos no actúan, sino que entran realmente en un estado de conciencia distinto, alterado.

Mientras tanto, los antropólogos han documentado las vivencias de miles de occidentales que han experimentado dichos estados de trance, en buena medida desencadenados por el sonido del tambor, y han llegado a la conclusión de que incluso cuando la gente no sabe previamente qué va a pasar, describe estados muy semejantes a las de los chamanes tradicionales. Los chamanes occidentales alegan que esto es así porque los mundos espirituales que visitan son reales, pero los científicos tienden a verlo como una evidencia de que el sistema nervioso humano tiene la capacidad de generar ciertos tipos de visiones y alucinaciones. Tanto los chamanes tradicionales como los occidentales se encuentran y comunican durante sus viajes espirituales con animales, o se transforman en uno de ellos. Otra característica clave es la experiencia de excavar un túnel en el suelo o de volar hacia el espacio, a menudo atravesando membranas o barreras, para pasar de un estrato a otro. Este tipo de visiones se suelen reflejar en las creencias cosmológicas de las sociedades de cazadores-recolectores: el tema del cosmos escalonado, integrado por mundos inferiores, medios y superiores, idéntico al que imaginaban los chumash, es casi universal. Los chamanes de muchas comunidades diferentes creen que pueden entrar en contacto con los espíritus del mundo superior volando, por

ejemplo, a una constelación concreta o a una estrella. Así pues, es posible que, más que con la simple observación de las estrellas, los primeros modelos del universo de la humanidad se crearan gracias a esos estados alterados de la conciencia.

En su libro de 1998, *Los chamanes de la prehistoria*, el especialista en arte rupestre David Lewis-Williams y el experto en cuevas francés Jean Clottes aplicaron algunos conceptos del chamanismo a sitios paleolíticos como el de Lascaux. Lewis-Williams había estudiado con anterioridad el arte rupestre de los siglos XIX y XX de los san, un pueblo nómada sudafricano. Los san relacionan de manera explícita su arte con las búsquedas de visiones chamánicas y describen las figuras como chamanes en forma de animales, por ejemplo, o como guías espirituales.

Lewis-Williams publicó en 2002 un libro que fue un superventas, *La mente en la caverna: la conciencia y los orígenes del arte*. En él explicaba que todos los seres humanos tenemos el mismo sistema nervioso y que, desde un punto de vista anatómico, los humanos del Paleolítico Superior eran iguales a nosotros, de manera que es probable que experimentaran los mismos tipos de alucinaciones. En la sociedad occidental moderna, señala, tendemos a desechar los estados de trance y las visiones como algo anormal o sospechoso, valoramos el pensamiento lógico y racional. Pero los estudios sobre el chamanismo revelan que los estados variables de conciencia existen y que son muy apreciados en la mayoría de las sociedades tradicionales del mundo. Si contemplamos el arte rupestre de forma literal, tal vez nunca lleguemos a entenderlo. Entrar en las profundas y angostas cuevas de Francia y España debía de ser como internarse en el reino de los espíritus inferiores, de manera que quizá los chamanes de la prehistoria las visitaron buscando una visión —igual que hicieron los chamanes chumash veinte mil años más tarde— y pintaron en las paredes de roca lo que habían visto.

Esta teoría podría ayudar a resolver varios misterios relativos a las pinturas de Lascaux y de otras cuevas del Paleolítico Superior. En primer lugar, podría explicar los patrones abstractos y geométricos comunes, como los puntos, las cuadrículas, los zigzags

y las líneas onduladas. Estos efectos ópticos se producen a menudo durante las primeras fases del trance, señala Lewis-Williams (las personas que sufren de migraña suelen verlos también). Los tucanos de Sudamérica, que inducen los trances con el yagé, un brebaje que se prepara con plantas psicotrópicas, pintan con frecuencia, en las casas o en cortezas, los símbolos geométricos que se les aparecen durante las visiones.

También ayudaría a explicar las extrañas figuras híbridas del arte paleolítico, como el hombre bisonte de la cueva Chauvet, en el sudeste de Francia; o el hechicero de la cueva de Trois-Frères, en el suroeste, que tiene las orejas y la cornamenta de un ciervo, las piernas y las caderas de un hombre atlético, cola de caballo y barba de mago. En los trances profundos, las personas suelen ver imágenes de animales, seres humanos y monstruos, y tienen la sensación de entremezclarse con ellos.

Por último, las ideas de Lewis-Williams explican las imágenes en las que los artistas incorporaron las características de las paredes de las cuevas, así como los casos en que la gente tocaba y trataba a menudo dichas paredes: haciendo plantillas de manos, rastros de dedos o incluso llenando cavidades con barro y perforándolas con los dedos o con palos. Si las cuevas eran el acceso al mundo subterráneo de los espíritus, sus paredes constituían el límite entre las dos realidades, una membrana que los espíritus podían atravesar. «Las paredes no eran un soporte sin sentido», afirmó. «Formaban parte de las imágenes».

En resumen, durante los viajes espirituales la realidad física de la cueva se mezclaba con los mundos espirituales que existían en las mentes de los chamanes. Cada uno de ellos informaba a los demás. La gente entraba en la cueva y pintaba las visiones que había tenido y al hacerlo transformaba físicamente las paredes. De igual forma, las pinturas que habían realizado los anteriores visitantes preparaban y conformaban sus visiones. La realidad se les revelaba al mismo tiempo que ellos contribuían a crearla.

Lewis-Williams se centra en las cuevas como metáfora del reino subterráneo; no habla mucho del cielo. Pero los estudios sobre comunidades más recientes sugieren que los viajes al mundo

superior eran asimismo cruciales y que también se representaban en las paredes de las cuevas. Los sacerdotes chumash solían decorarlas con rasgos celestes, incluidos el Sol y la Luna; los tucanos pintaban cadenas paralelas de puntos para representar la Vía Láctea. En este sentido, Rappenglück consideraba reductor interpretar los símbolos que aparecen en cuevas como la de Lascaux como el resultado de simples alucinaciones. En realidad, estos formaban parte de una «cosmovisión» en la que las cuevas no solo representaban el mundo inferior, sino también el universo en su conjunto.

Ya no tenemos la posibilidad de preguntar a los chamanes prehistóricos cómo era ese universo, pero Travis Hudson puede darnos una pista: tras estudiar la astronomía de los chumash, dedujo que su universo estaba «inextricablemente unido al hombre y lleno de amplias fuentes de poderes que influían en todo»; un ciclo eterno de reencarnaciones donde «nada se creaba ni se destruía, sino que se transformaba en vida o muerte».

Las creencias de los chamanes occidentales de nuestros días parecen encajar en esa interpretación. Sandra Ingerman, una practicante del chamanismo y escritora que vive en Nuevo México, explica que los estados alterados de los chamanes manifiestan una visión diferente de la realidad en la que los demás seres vivos «no se consideran objetos, sino parte de una red vital donde toda la vida se comunica». Esta red incluye, no solo a los animales y las plantas, sino también al Sol, a la Luna y a las estrellas. Por otra parte, Job Bowlby, que fue cualificado como chamán por los ancianos quero de Perú y que ahora dirige un estudio de curación en Londres, recuerda su primera experiencia con la ayahuasca. En el curso de una ceremonia nocturna en la selva amazónica, bajo un manto de estrellas, lo invitaron a beber media taza de un brebaje «pútrido». En un primer momento, se horrorizó al ver que sus manos se transformaban a la velocidad de la luz en cualquier tipo de pie animal imaginable, hasta que al final se convirtieron en las garras de una langosta, pero luego se sintió invadido por un sentimiento de verdadero éxtasis. Era todo y nada, dice, era como estar en el espacio exterior. Nunca ha olvidado la lección que

aprendió ese día: «Comprendes que el universo es inmenso y sorprendente. Es una experiencia de conexión, en la que te sientes parte de algo. No estamos separados y aislados. La energía que alimenta a los animales nos alimenta también a nosotros».

* * *

En septiembre de 1940, Marcel Ravidat y sus amigos no contaron a nadie el sorprendente descubrimiento que habían hecho en Lascaux. Al día siguiente, el 13 de septiembre, volvieron a la cueva con unas linternas mejores y con una cuerda y para evitar que los siguieran, salieron de casa a intervalos de diez minutos. Tras ensanchar un poco más la entrada, exploraron todos los corredores hasta que, después de adentrarse mucho en la cueva, justo después del Ábside lleno de grabados encontraron un pozo vertical, tan profundo que no se podía ver el fondo. Los jóvenes se detuvieron. ¿Quién sería el primero en bajar?

Una vez más, Ravidat tomó la iniciativa. Bajó por la cuerda con el corazón acelerado, inquieto, no porque dudara de su fuerza, sino porque temía que sus amigos lo dejaran caer. Cuando, al final, llegó al fondo, que se encontraba ocho metros más abajo, alzó la lámpara hacia las paredes y vio una de las escenas más extrañas de todo el arte rupestre.

En ella aparece un hombre de palo con cabeza de pájaro y un pene prominente —es la única figura humana de la cueva—. Descrito a menudo como el «hombre muerto», yace formando un ángulo de cuarenta y cinco grados con la cabeza hacia detrás y los brazos y los dedos separados. Apoyado en él hay un bisonte erizado, con la cabeza inclinada y los cuernos hacia delante, tiene una mancha negra en la espalda y una serie de círculos colgando bajo el vientre, como si estuviera perdiendo las entrañas. Justo debajo del hombre hay un pájaro posado en una barra vertical.

Esta intrigante pintura ha desconcertado a generaciones de académicos. D'Huy y Rappenglück sugieren que el secreto para comprenderla podría estar en el cielo. Cambiando un poco de perspectiva, el hombre aparece de pie, en posición vertical,

mirando al cielo, mientras el pájaro clavado en el palo y el bisonte lo siguen en su ascensión. D'Huy sugiere que la escena podría representar la caza cósmica, el momento en que el cazador y el animal suben al cielo para convertirse en constelaciones. Esto explicaría por qué el bisonte no parece estar embistiendo hacia delante, a pesar de su posición agresiva. La mancha negra en la cruz podría ser una estrella, y las marcas negras que aparecen debajo, en el suelo, las hojas ensangrentadas del animal cazado, que señalan el inicio del otoño.

D'Huy reconoce que solo es una «hipótesis plausible». Pero la escena del pozo se parece de forma asombrosa a una pintura rupestre neolítica del río Maia, en Siberia, que, según parece, representa una versión temprana de la caza cósmica, donde un cazador apunta hacia un alce con el sol colgando bajo su vientre. Las circunferencias que hay debajo del bisonte de Lascaux podrían representar asimismo al sol, en lugar de a sus intestinos.

Por su parte, Rappenglück piensa que el hombre pájaro es un chamán con un bastón y que el bisonte es su ayudante espiritual, que lo guía en el viaje hacia el cielo. Escenas similares aparecen en el arte de las culturas chamánicas modernas, como el chamán extático que asciende al cielo con el pene erecto y atado a un toro celeste que aparece en un tipi del pueblo oglala, en Norteamérica. Además, Rappenglück observa que los ojos del bisonte de Lascaux, del hombre pájaro y del pájaro corresponden a Vega, Deneb y Altair —el «triángulo estival»—, que se encuentran entre las estrellas más brillantes de esa estación. Hace veinte mil años, este trío nunca se detenía, giraba alrededor del polo norte celeste e indicaba la hora durante la noche como si en el cielo hubiera un reloj gigante. Quizá los humanos de Lascaux imaginaron esa constelación como un chamán celeste (el equivalente paleolítico del coyote del cielo de los chumash), que gira todas las noches alrededor del eje cósmico. Rodeado de sus ayudantes espirituales, gobierna y fertiliza el cielo. Rappenglück interpreta la escena como una imagen del cielo, pero también como un mapa para que el chamán terrestre pueda orientarse en su viaje al polo celeste.

Jamás podremos demostrar lo que el artista pretendía en

realidad. Pero las diferentes líneas de evidencia parecen converger en una única explicación: la escena prehistórica que figura en las profundidades de la cueva de Lascaux representa un viaje a las estrellas. Por otra parte, las distintas líneas de investigación que se han descrito en este capítulo —el toro número dieciocho, el hombre muerto y la caza cósmica— parecen sumarse para corroborar una conclusión abrumadora y más amplia: si queremos entender de dónde procede nuestra especie, llegar al origen de nuestra identidad y de las primeras creencias humanas, debemos tener en cuenta las vueltas del cielo nocturno.

Contemplar la repetición de los ciclos celestes —cada noche, cada estación— contribuyó sin duda a estimular las primeras ideas sobre quiénes somos y sobre la naturaleza de la realidad; unas ideas que siguen estando presentes en las comunidades de cazadores-recolectores actuales. «Se preguntaban lo mismo», afirma Rappenglück. «¿Qué es el nacimiento? ¿Qué es la muerte? ¿Adónde va el Sol? ¿Qué hay al otro lado del mundo?».

El universo que nuestros antepasados crearon para responder a estas preguntas era un universo esencialmente humano, no solo inspirado en el cielo, sino también en los estados variables de conciencia que pueden generar nuestros cerebros. En él no existían las fronteras entre lo vivo y lo muerto, los humanos y la naturaleza, la Tierra y las estrellas. Era un cosmos que nos creaba al mismo tiempo que lo creábamos; donde la experiencia interior y la realidad exterior estaban inextricablemente unidas. Desde entonces no hemos dejado de intentar separarnos de él.

II

Tierra

El 21 de diciembre de 1967, justo antes del amanecer, el arqueólogo Michael O'Kelly se adentró en la oscuridad de una tumba de cinco mil años de antigüedad. Avanzó por un largo y angosto corredor hacia una cámara funeraria que estaba escondida en lo más profundo de un enorme montículo de piedras, y luego se volvió para mirar hacia la entrada. La parte visible del paisaje parecía oscura y uniforme, cortada por un resplandeciente río plateado. Bandadas de estorninos se arremolinaban en el cielo. Miró su reloj: faltaban dos minutos para las nueve. Lo que sucedió a continuación lo catapultó a la fama y cambió su vida para siempre.

O'Kelly había estado excavando el sitio, que se encontraba en Newgrange, Irlanda, durante los últimos cinco años. En el siglo XVII, unos trabajadores se habían dado cuenta de que, lo que parecía ser una pequeña colina cubierta de matorrales, era en realidad una construcción realizada con piedras antiguas: se trataba de una tumba de corredor, de un tipo frecuente en ciertas partes de las islas británicas. Solo que esta era enorme —impresionantes sus noventa metros de diámetro, y un corredor de veinticuatro metros de longitud realizado con grandes losas de piedra que conducía a una cámara en forma de cruz con un elevado techo de ménsulas—. Tanto el interior como el exterior, las paredes estaban animadas con arte —chevrones elaborados, diamantes, espirales— grabados en la roca mediante cinceles con la punta de pedernal. Los lugareños decían que en la tumba estaban enterrados los legendarios reyes de Tara, quienes, según

afirmaban los escritores medievales, gobernaban desde una colina próxima. Durante la excavación y la restauración de las piedras, O'Kelly encontró restos humanos mezclados en el suelo de tierra. Pero la datación por radiocarbono reveló que la tumba era mucho más antigua que las historias sobre Tara. Había sido construida alrededor del año 3200 a. C., varios siglos antes incluso de las grandes pirámides egipcias.

O'Kelly también observó una curiosa abertura rectangular en lo alto de la entrada de la tumba, a la que llamó «caja del techo». Estaba parcialmente bloqueada por un pedazo cuadrado de cuarzo cristalizado, que parecía haber servido como postigo; el segundo pedazo había caído al suelo. Los arañazos en la piedra de la caja del techo sugerían que los postigos se habían abierto y cerrado repetidamente. La abertura era demasiado pequeña para que una persona pudiera pasar a través de ella, de manera que O'Kelly no acababa de entender para qué podía servir. Se preguntó si no sería un lugar para realizar las ofrendas o una puerta destinada a las almas de los muertos.

Después, sin embargo, consideró una tercera posibilidad. Los lugareños contaban también que en pleno verano la luz del sol naciente brillaba en la tumba e iluminaba una curiosa espiral triple que estaba grabada en la parte posterior de la cámara funeraria. No pudo encontrar ningún testigo. Sabía que la historia no podía ser cierta, porque la tumba estaba orientada hacia el sudeste, sobre el valle del río, y en verano, el Sol salía mucho más al norte.

Pero las historias eran persistentes, de forma que O'Kelly al final se dio cuenta de que la entrada de la tumba apuntaba más o menos hacia la dirección que le permitía quedar iluminada en pleno invierno, cuando el Sol sale en su punto más lejano al sur. De forma que, en diciembre de 1967, a primera hora de la mañana del solsticio de invierno, salió de su casa de Cork y condujo casi ciento sesenta kilómetros en la oscuridad para verificar si su idea era cierta. Cuando llegó, tanto los campos de las inmediaciones como el camino que se encontraba debajo estaban desiertos. Entró en la tumba con un sentimiento de absoluta soledad.

Era una mañana despejada, de manera que aguardó en la

cámara funeraria con la esperanza de que el amanecer pudiera deslizarse por ella. Pero lo que ocurrió fue repentino y dramático. Cuando los primeros rayos solares aparecieron a lo lejos, sobre la cresta de la orilla del río, un fino y resplandeciente rayo de luz atravesó la caja del techo y, en lugar de posarse en el corredor de entrada, lo hizo a sus pies, en el suelo, asestando un golpe directo en el mismo corazón de la tumba. La luz no tardó en expandirse en un intenso rayo dorado de unos quince centímetros, hasta que la cámara quedó tan iluminada que O'Kelly pudo caminar por ella sin necesidad de usar su linterna y ver el techo que se encontraba a seis metros sobre su cabeza.

«Me quedé boquiabierto», contó O'Kelly más tarde. «Pensé que iba a oír una voz o a sentir una mano fría posándose en mi hombro, pero el silencio era absoluto». Al cabo de diecisiete minutos, el sol atravesó la rendija y la cámara volvía a sumirse en la oscuridad. O'Kelly se sintió tan conmovido por la experiencia que durante el resto de su vida volvió a la tumba todos los inviernos para tumbarse en el suave suelo arenoso de la cámara funeraria y dejar que el rayo de luz danzase en su cara.

Gracias al trabajo de O'Kelly, la tumba forma parte hoy en día del Patrimonio de la Humanidad y miles de personas solicitan cada año el privilegio de poder estar en ella cuando se ilumina. Y aunque su descubrimiento fue excepcional e inesperado en su época, en la actualidad sabemos que Newgrange solo es uno de los numerosos monumentos de piedra que se erigieron en Europa occidental durante el Neolítico[1] vinculados con lo que sucedía en el cielo.

Algunos de ellos son extraordinarios y espectaculares, como Stonehenge, en Inglaterra, que está alineado con los solsticios de verano e invierno; o el círculo de piedra de Callanish, en las Hébridas Exteriores, en Escocia, que representa el ciclo lunar de diecinueve años. Además, existen muchos ejemplos menores, como los cientos de sencillas tumbas dolménicas del sur de Europa, con la entrada orientada hacia el sol naciente[2].

¿Qué significaban estas piedras para los constructores neolíticos? ¿Por qué se esforzaron tanto para erigir esos

monumentos y para ponerlos en relación con el cielo? Según podemos deducir, las respuestas revelan aspectos de la identidad humana y la cosmología en un momento histórico en que se estaba produciendo una gran transformación, quizá incluso la última, cuando nuestra especie adoptó la agricultura.

Los cazadores-recolectores del Paleolítico eran parte integrante del mundo natural y compartían su entorno con otras especies en igualdad de condiciones. Durante la revolución neolítica, los humanos cortaron esos lazos y se convirtieron en agricultores que dominaban y explotaban la tierra. Este cambio de estilo de vida y mentalidad transformó para siempre a la humanidad y dio comienzo a una trayectoria de progreso tecnológico que, en última instancia, nos ha permitido remodelar, no solo el paisaje, sino la totalidad del planeta.

La revolución no solo consistió en entablar un nuevo tipo de relación con el trigo, los campos o las ovejas. Además, modificó el cosmos; la manera en que el hombre concebía el mundo espiritual y el cielo. A decir verdad, se podría argumentar que las nuevas ideas cosmológicas no eran un mero reflejo de la adopción de la agricultura, sino que en realidad la causaron.

Es una historia que no empieza en Irlanda, sino con el monumento megalítico más antiguo de la humanidad, que se erigió seis milenios antes que Newgrange, a miles de kilómetros al este.

* * *

En 1994, el arqueólogo alemán Klaus Schmidt buscaba un nuevo proyecto. Durante la última década había participado en la excavación de un sitio en el sudeste de Turquía llamado Nevali Çori, un asentamiento de cazadores-recolectores que había sido habitado en el noveno milenio y a principios del octavo y cuyas casas estaban construidas con bloques de piedra caliza unidos con barro. El poblado incluía una serie de misteriosos «edificios de culto» (erigidos en el mismo sitio a lo largo del tiempo), hundidos unos cuantos metros en el suelo. Tenían la forma de un cuadrado redondeado, con bancos de piedra en los bordes internos separados

por pilares monolíticos en forma de T. En el centro había otros dos pilares de la misma forma, decorados con brazos humanos tallados, como si fueran una especie de seres antropomórficos.

El sitio era fascinante, ya que permitía estudiar la concepción del mundo de una sociedad que estaba a punto de transformarse: de hecho, pocos siglos más tarde la agricultura florecía ya en esa región. Por primera vez en la historia, los humanos empezaron aquí a cultivar trigo y a encerrar ovejas, cerdos y cabras en corrales. El problema era que en 1992 todo el asentamiento había quedado sumergido bajo las aguas de la presa de Atatürk y el resto de sus secretos se había perdido para siempre[3].

Para dar con un nuevo sitio, Schmidt estudió otros restos prehistóricos de la región. Al final encontró un montículo de quince metros de altura en las estribaciones de los montes Taurus, a solo sesenta kilómetros de Nevali Çori, llamado Göbekli Tepe —«colina panzuda»—, debido a sus curvas. La colina estaba llena de herramientas de sílex neolítico y losas de piedra caliza rotas y esparcidas por todas partes. Los arqueólogos que habían visto las losas en los años sesenta las habían desechado pensando que pertenecían a un cementerio medieval, pero Schmidt se dio cuenta de que se parecían a los pilares en forma de T de los edificios de culto de Nevali Çori, salvo que estos eran gigantescos y estaban realizados con grandes bloques de piedra de varios metros de altura. «Nada más verlo supe que tenía dos opciones», diría más tarde. «Marcharme sin decir nada a nadie o pasar el resto de mi vida trabajando allí». Eligió la segunda.

A través de las excavaciones y los estudios geofísicos que llevaron a cabo en las dos décadas siguientes, Schmidt y su equipo descubrieron que la colina estaba llena de pilares enterrados y cercados. Encontraron cámaras cuadradas semejantes a las de Nevali Çori, también del noveno milenio a. C., pero debajo de ellas había un estrato más antiguo de círculos mucho más grandes, de hasta veinte metros de diámetro, que databan del décimo milenio a. C. Un banco de piedra conectaba hasta doce pilares en forma de T alrededor del borde de cada espacio. Dos pilares gigantes más —de cinco metros y medio de altura y un peso de varias toneladas—

se erigían paralelos en el centro, con huellas de brazos tallados, cinturones y taparrabos hechos con pieles de animales. Otras piedras estaban cubiertas de tallas de animales: arañas, escorpiones, buitres, zorros, jabalíes y gacelas. El arqueólogo y prehistoriador Steven Mithen ha afirmado que Göbekli Tepe es «una amalgama de la cueva de Lascaux y Stonehenge» y, respecto al tiempo, un peldaño de piedra entre los dos monumentos.

El descubrimiento de enormes monumentos de piedra erigidos en una fecha tan temprana —12.000 años—, era sorprendente. Realizar construcciones de ese tipo conlleva una organización y un esfuerzo colosales, cientos de personas trabajando a la vez; los demás sitios conocidos de escala semejante se llevaron a cabo miles de años más tarde. Los arqueólogos consideraban que no podían ser obra de los cazadores-recolectores. Suponían que la conversión a la agricultura, quizá estimulada por un cambio climático o por un aumento de población, había procurado los recursos que necesitaban los asentamientos grandes y permanentes y había hecho posibles tales monumentos. Esto había dado origen a una sociedad más compleja, al igual que había cambiado las creencias religiosas, circunstancias que, unidas, habían generado la habilidad y la motivación imprescindibles para crear gigantescas sinfonías de piedra.

Pero algunos estudiosos disentían. El arqueólogo francés, Jacques Cauvin, argumentó en los años noventa que los cambios culturales o religiosos debían de haberse producido con anterioridad. Desde un punto de vista técnico, los primeros humanos podrían haber empezado a cultivar mucho antes, pero no se les ocurrió ni sintieron deseos de hacerlo. Cauvin suponía que debía de haber sucedido algo que había cambiado su visión del mundo natural. Pero había pocas pruebas sólidas que clarificaran cuál había sido ese cambio o cómo había tenido lugar.

Pero los hallazgos de Schmidt apuntaban a que Cauvin tenía razón. Era evidente que, *antes* de la invención de la agricultura había existido una sociedad compleja y organizada, con alguna forma de religión o, al menos, una mitología sofisticada. Es más, los pilares de Göbekli Tepe se habían erigido justo en el lugar

donde la agricultura estaba a punto de ver la luz.

Los biólogos han señalado esta pequeña región, que se encuentra entre los tramos superiores de los ríos Éufrates y Tigris, como el único lugar donde crecieron al mismo tiempo los siete cultivos fundadores del Neolítico (garbanzo, trigo escanda, trigo farro, cebada, lentejas, guisantes, arveja amarga), mientras que de los cientos de estudios genéticos realizados sobre cepas de trigo escanda y farro se deduce que las versiones domesticadas de ambos se originaron probablemente en cepas silvestres que crecieron en las montañas de Karacadag, a solo treinta kilómetros de Göbekli Tepe.

Un gran número de personas, tal vez cientos de ellas, debieron de congregarse en la cima de la colina para construir Göbekli Tepe. El simple hecho de tener que alimentarse quizá las incitó a desarrollar nuevas fuentes de alimento más predecibles. Mithen sugirió que la recolección y el procesamiento de granos silvestres en el sitio o cerca de él podrían haber causado que los granos caídos brotaran y se volvieran a recoger, y que esto hizo nacer con el tiempo cepas domesticadas. Concluyó que, en lugar de ser una respuesta al cambio climático, la domesticación del trigo pudo ser un subproducto de la ideología que llevó a los cazadores-recolectores a tallar y a erigir enormes pilares de piedra en la cima de una colina del sur de Turquía.

Pero la conexión podría ser más profunda. El arqueólogo alemán Jens Notroff y su equipo, que continuaron excavando después de la muerte de Schmidt en 2014, consideran demostrada la existencia de un cambio en la relación con el mundo natural, como apuntó Cauvin. En el arte rupestre del Paleolítico, el hombre no suele aparecer representado y los animales ocupan el centro del escenario. En cambio, los zorros, las serpientes y los escorpiones de Göbekli Tepe son simples atributos o adornos pequeños en los enormes pilares antropomórficos. Como dijo el equipo en 2015, el hombre ya no se representa como una parte igual de la naturaleza, sino que aparece de forma más destacada y «por encima» del mundo animal. Así pues, el arte revela que el hombre habría empezado a ejercer su poder sobre la naturaleza: un «control

mental» que dio lugar al posterior control físico de la domesticación.

Otro aspecto llamativo de Göbekli Tepe es la evidente obsesión por la muerte. En el sitio aparecen representadas numerosas imágenes de personas descabezadas y estatuas de cabezas aparentemente separadas de otras estatuas más grandes. Entre los restos de animales hallados en el sedimento —que, por lo visto, son las sobras de los suntuosos banquetes— hay un sinfín de pedazos de huesos humanos. Los antropólogos explicaron en 2017 que la mayoría pertenecen a cráneos y que algunos están tallados con ranuras y agujeros de una forma que hace pensar que los cráneos intactos se exhibieron colgados.

Schmidt consideró que las estatuas abstractas en forma de T eran seres pertenecientes a una «esfera trascendente» (las estatuas naturalistas encontradas en ese sitio y en otros muestran que sus autores podían representar seres humanos de forma realista cuando querían). Y, cosa intrigante, el acceso a los recintos circulares no se efectuaba, según parece, a través de puertas o entradas, sino de pequeñas aberturas en forma de escotilla practicadas en losas de piedra. Una de estas losas está decorada con un jabalí tumbado de espaldas. Schmidt piensa que los círculos representan el reino de los muertos, al que solo se puede acceder arrastrándose a través del agujero.

De hecho, la preocupación por la muerte, y en especial por los cráneos, surgió en toda la región en ese momento y se prolongó durante los siglos siguientes, en los que los restos humanos solían enterrarse en el interior de las casas. En sitios como Jericó y ‘Ain Ghazal, en Jordania, que datan del décimo y noveno milenio a. C., se separaron cráneos seleccionados después de la muerte a los que se les puso una cara de yeso, con conchas a modo de ojos, antes de enterrarlos. En Çayönü, al sur de Turquía, los arqueólogos encontraron un edificio al que llamaron la «casa de los muertos», que fue erigido alrededor del año 8000 a. C., con sesenta y seis cráneos enterrados y los restos de cuatrocientas personas más. Además, contenía una gran piedra plana, una especie de altar, con restos de sangre humana y animal.

Un ejemplo especialmente extraño es Çatalhöyük, un montículo de veinte metros de altura que se encuentra en la llanura turca de Konya, a varios cientos de kilómetros de Göbekli Tepe. El montículo contiene casas de ladrillo de barro pertenecientes a un asentamiento que albergó a miles de personas alrededor del año 7000 a. C. Las casas, muy apretadas entre sí, se excavaron en el suelo, de forma que se accedía a ellas bajando por una escalera, a través de una escotilla que había en el techo. El interior estaba ricamente decorado con pinturas y esculturas de animales que parecían salir de las paredes. No había puertas; para ir de una habitación a otra sus habitantes debían arrastrarse a través de ojos de buey. Estas pequeñas cámaras se dividieron posteriormente en secciones de apenas un metro cuadrado, que ocupaban diferentes niveles verticales, con los bordes marcados o vigilados por cabezas de toro. Debajo de las plataformas y en las paredes se encontraron huesos humanos, incluido un feto muerto encerrado en un ladrillo.

Según parece, los habitantes de las casas atribuían un gran significado a las paredes. Además de incrustar objetos en ellas, algunas tenían nichos pequeños sin decorar, lo suficientemente grandes para que una persona se pudiera agachar en el interior. Y esculturas murales de animales como leopardos y toros, repetidas numerosas veces, incluso cien.

Parece una forma loca de vivir: un lugar estrecho, oscuro, donde resultaba difícil moverse. Ian Hodder, un arqueólogo de la Universidad de Stanford, que está excavando en el sitio desde 1993, ha llegado a la conclusión de que para los residentes de Çatalhöyük la estructura de las casas guardaba relación con sus creencias míticas: «El mundo estaba lleno de sustancias que fluían y se transformaban, y de superficies que podían atravesarse».

El arqueólogo y experto en arte rupestre David Lewis-Williams va más allá. Cree que la gente imitaba deliberadamente la experiencia de arrastrarse por las cuevas de piedra caliza. En los montes Tauro existen ese tipo de cuevas, a solo un par de días de viaje hacia el sur, y en las casas de Çatalhöyük se han encontrado pedazos de estalactitas y piedra caliza de esas cuevas. Lewis-Williams ha sugerido que —al igual que los visitantes de las cuevas

del Paleolítico Superior de Europa occidental— la gente que construyó esas casas pensaba que las paredes eran puntos de contacto permeables, o portales, por los que se accedía a los reinos de los espíritus del cosmos. Una casa en Çatalhöyük no era simplemente un lugar donde vivir, sino «la expresión material de un mundo mítico». El modelo del universo de sus habitantes.

Las casas modeladas en forma de cosmos aún existen en sociedades de todo el mundo. Por ejemplo, el pueblo barasana, que habita en los densos bosques colombianos, vive tradicionalmente en unas casas largas de madera llamadas *malokas.* Cada una de ellas constituye un universo en miniatura donde el techo es el cielo y un poste vertical, denominado «el asiento del Sol», se alinea con los rayos solares a mediodía. La principal viga horizontal del techo, orientada de este a oeste, es «el camino del Sol». El suelo es la Tierra y debajo de ella se encuentra el inframundo, donde están enterrados los muertos. En el libro que publicó en 2005, *Dentro de la mente neolítica: conciencia, cosmos y el mundo de los dioses,* Lewis-Williams argumenta que otros monumentos neolíticos y edificios de culto, como los círculos de piedra de Göbekli Tepe, podrían explicarse con un principio similar. Al igual que Schmidt, cree que sus pobladores modelaron el mundo espiritual o el reino cósmico de los muertos incorporando espacios hundidos en el suelo, debajo del cual solía haber restos humanos.

Cabe preguntarse si los constructores de esos sitios solo se preocuparon por el inframundo o si también alzaron la mirada al cielo. Göbekli Tepe está ubicado en un punto elevado del paisaje, de forma que ofrecía una vista panorámica del firmamento. Varios investigadores han señalado que el hecho de que la parte superior de los pilares fuera plana podría indicar que se utilizaban para observar el ascenso o la puesta de estrellas prominentes, como el Cinturón de Orión, o que se erigieron para conmemorar la gradual aparición en el cielo (debido a la precesión) de la resplandeciente estrella Sirio. Otros han relacionado los animales tallados en el lugar con ciertas constelaciones, por ejemplo, diciendo que un escorpión bajo tierra podría representar a Escorpio bajo el horizonte.

Notroff no está muy convencido: de hecho, sospecha que los recintos eran, al menos en parte, subterráneos, excavados en el sedimento, y que tenían tejados, quizá hechos con un material orgánico como pieles de animales. Así pues, el lugar parece más bien un viaje aterrador a un inframundo similar a una cueva que un observatorio astronómico. En este sentido, me dijo que había examinado los espacios bajo un techo recientemente construido para proteger el sitio y que las sombras hacían que los pilares y las tallas parecieran más grandes y «aún más impresionantes». «Puedo imaginar lo que sintió el joven cazador al ver esas imágenes de escorpiones gigantes, serpientes enroscadas y depredadores gruñendo la primera vez que descendió a la oscuridad, tal vez con una antorcha vacilante como única luz».

Pero esto no significa que los constructores de Göbekli Tepe no estuvieran interesados en el cielo. En una de las estatuas pilares mejor conservadas hay un collar tallado, decorado con un disco y una media luna. Los estudiosos piensan que esos símbolos hacen referencia a la Luna e incluso se ha considerado la posibilidad de que el collar identifique a este pilar con una «deidad lunar». En cualquier caso, lo que revelan las estructuras como Göbekli Tepe es un cambio fundamental en la relación con el cosmos. Según parece, los humanos que construyeron estos sitios compartían una visión similar de un universo escalonado con sus antepasados del Paleolítico —con mundos inferiores, medios y superiores—, una perspectiva que sigue estando presente en las sociedades tradicionales de cazadores-recolectores de la actualidad. Lewis-Williams afirma que los estados alterados de conciencia aún eran importantes como una forma de viajar entre los diferentes reinos cósmicos.

Pero los viajes se realizaban entonces en enclaves construidos por el hombre, en lugar de naturales. Según parece, los residentes de Çatalhöyük copiaron los angostos corredores de las cuevas naturales. En otros lugares, el mayor control del hombre sobre los puntos de contacto o portales permitió el desarrollo de unos signos más sencillos y formulados: circunferencias, pilares, cuadrados. Como señaló Lewis-Williams, la evolución hacia estructuras

construidas con un determinado propósito habría permitido además un mayor control social, con la aparición de élites poderosas y rituales formales —incluida la decoración y exhibición de cráneos seleccionados después de la muerte y, posiblemente, los sacrificios humanos—, que prescribían quién podía acceder a los demás reinos y cómo podía hacerlo.

Así pues, Göbekli Tepe encarna dos cambios importantes que, en apariencia, se produjeron de forma paralela, justo antes de la adopción de la agricultura, y los dos llevaron a las sociedades a alejarse de la naturaleza o a elevarse por encima de ella. Los reinos de los espíritus se poblaron de antepasados humanos, en lugar de animales guía, y, en vez de usar las cuevas existentes o los elementos naturales para acceder a esos mundos, el hombre empezó a construir los suyos.

* * *

Estas transformaciones tardaron muchos milenios en llegar al valle de Boyne. Los estudios genéticos sugieren que la agricultura se expandió de forma gradual por toda Europa desde Oriente Próximo, de la mano de migrantes que sustituyeron en buena medida a las poblaciones locales. Este nuevo modo de vida llegó a Grecia aproximadamente el año 7000 a. C. y al noroeste de Europa alrededor del 4500 a. C. Y cuando los agricultores llegaron a las costas atlánticas, realizaron monumentos con piedras gigantescas, en una verdadera explosión de pilares, circunferencias, tumbas y sepulturas, de Portugal a Bretaña y Suecia.

Las distintas sociedades expresaron este tema común de diferentes maneras: en Irlanda, la tradición de las tumbas de corredor llevó a la construcción de Newgrange, uno de los monumentos neolíticos más espectaculares. Los agricultores se instalaron en la zona alrededor del año 3750 a. C., con sus objetos de alfarería, sus sólidas casas rectangulares, y cereales como el trigo y la cebada. Los estudios realizados con restos de plantas indican que la transición fue bastante rápida. En un siglo o dos, los cereales se cultivaban en toda la isla y, además, se habían talado o

quemado grandes extensiones de bosque.

Al mismo tiempo, se empezaron a construir tumbas sencillas de piedra, con una cámara funeraria delimitada por cinco o seis piedras grandes y una plana encima, todo ello cubierto por un montículo de tierra. En los siglos sucesivos, los diseños se fueron haciendo cada vez más grandes y complejos. Mientras que las primeras tumbas eran tan pequeñas que no se podía entrar, las últimas tenían montículos o túmulos de piedras de hasta veinte metros de diámetro. Los corredores que se abrían en el interior conducían a las cámaras decoradas de forma artística y con el techo abovedado, donde se podían celebrar los rituales.

El arqueólogo irlandés Robert Hensey, que ha estudiado el desarrollo de las tumbas de corredor irlandesas, piensa que además eran portales. En su libro de 2015, *First Light: The Origins of Newgrange*, los describe como «una poderosa red transcendental; una cadena de monumentos que actuaban como puentes hacia otros mundos». Compartiendo el espacio con los huesos de sus antepasados, dice, «los escogidos podían entrar físicamente en el otro mundo, en el reino de los antepasados». Al igual que en Oriente Próximo, en lugar de valerse de elementos naturales del paisaje como puertas de acceso a otras dimensiones de la realidad, la gente las construía.

Y, como en Göbekli Tepe y Çatalhöyük, el viaje al mundo de los espíritus era deliberadamente difícil. Fuera cual fuera el tamaño de la tumba, el corredor interior solo permitía pasar a una persona a la vez. Para llegar a la cámara funeraria a menudo era necesario agacharse, arrastrarse o trepar por las piedras. Además, a medida que las tumbas fueron aumentando de tamaño, se hicieron más complejas, llegando a tener incluso siete nichos lo suficientemente grandes para que cupiera un adulto sentado o acuclillado. Hensey piensa que la gente quizá permanecía dentro de ellos durante largos periodos, puede que para estimular los estados de trance mediante la privación sensorial (o como efecto espeluznante del eco de los cantos). Señala que en algunas comunidades tradicionales, como los koguis colombianos o los orokaivas del norte de Papúa, la formación para ser líder espiritual

implica un confinamiento en la oscuridad que puede durar varios años.

En Göbekli Tepe, el vínculo con el cielo no está demostrado. En cambio, en la Europa neolítica es muy claro; en ella, los monumentos megalíticos presentan con frecuencia alineaciones celestes. Un estudio realizado sobre ciento setenta y siete tumbas dolménicas en España y Portugal reveló que todas están orientadas hacia el este, hacia un punto del horizonte en el interior del arco del sol naciente. El autor de dicho estudio concluyó que todas las tumbas estaban alineadas con el amanecer de un día concreto, tal vez el día en que había iniciado su construcción. Esta posibilidad encaja con la creencia de que a través de ellas se accedía al inframundo, donde la naturaleza se regenera y donde el Sol parece irse cada noche para renacer a la mañana siguiente.

No todas las tumbas de corredor irlandesas tienen una orientación solar obvia. En algunas, sin embargo, hay cajas de techo similares a las de Newgrange, lo que evidencia que sus constructores querían que la luz solar entrara en determinados momentos. Además, se está imponiendo un nuevo enfoque que añade el ciclo anual del Sol a su renacimiento diario. Un estudio realizado en 2017 en ciento treinta y seis tumbas de corredor irlandesas reveló que más de veinte de ellas estaban intencionalmente orientadas hacia fechas clave del ciclo solar, en su mayoría hacia los solsticios.

Entre los años 3200 y 3000 a. C. las tumbas de corredor aumentaron de tamaño, llegando a alcanzar con frecuencia hasta cincuenta metros de diámetro, con piedras cada vez más grandes, techos más altos y pasajes más largos. También hubo modificaciones en el diseño, como en el arte y la decoración exterior, en los espacios públicos y las plataformas que rodeaban los montículos, y en la realización de montículos planos para que la gente pudiera estar de pie en la cima. Los nichos vacíos donde, quizá, la gente se recluyó alguna vez, se llenaron con cuencos ceremoniales de piedra.

En conjunto, estos cambios indican que la función de estos sitios estaba dejando de ser el viaje espiritual e individual y había

pasado a ser más bien la celebración de ceremonias públicas, probablemente dirigidas por élites poderosas con la pretensión de hacer sentir el drama y el asombro a las multitudes que asistían a ellas. La culminación de esta tradición fue Newgrange, decorada con una brillante fachada de cuarzo: la tumba de corredor más impresionante que se conoce en términos de tamaño, complejidad, cantidad y calidad de su arte y alineación precisa.

Pero no era la única. Este pedazo de tierra, famoso por estar enclavado en un meandro del río Boyne, alberga, además de Newgrange, otras dos tumbas de corredor de tamaño parecido —Knowth y Dowth (la segunda se alinea en el atardecer del solsticio de invierno)— y noventa monumentos más: tumbas de corredor más pequeñas, piedras erguidas, círculos de madera, recintos de tierra y un camino procesional. Así pues, constituía un impresionante paisaje ceremonial que debió de exigir los recursos y el esfuerzo coordinado de cientos, incluso miles, de personas.

En la mañana del solsticio de invierno, una procesión de plañideras o de adoradores quizá cruzaba el río y subía hasta la cima antes de depositar los restos humanos en la tumba. Al amanecer, un haz de luz solar brillaba en la cámara funeraria, simbolizando el viaje al sombrío inframundo. Aunque quizá este no era el destino final. Lewis-Williams sugiere que tal vez la gente imaginaba la luz del sol y los espíritus liberados de los muertos que habían sido depositados en la cámara ascendiendo a través del alto techo abovedado y regresando al cielo, donde se unían con el Sol «en un ciclo eterno de vida, muerte y renacimiento cosmológicos».

Pero había un problema. Poco importaba lo impresionante que una tumba como Newgrange o Dowth pareciera a las multitudes reunidas, el evento principal —la iluminación de la cámara funeraria— solo podían contemplarlo unas cuantas personas. Puede que este fuera uno de los motivos por los que la tradición llegó a un callejón sin salida; las tumbas de corredor dejaron de construirse con posterioridad al año 2900 a. C., más o menos. El foco se desplazó hacia un nuevo tipo de monumento que tenía el mismo tipo de iluminación y que, además, permitía que cientos de personas pudieran verla a la vez.

* * *

Pocos monumentos antiguos han inspirado tantas interpretaciones distintas como las desgastadas y tambaleantes ruinas de Stonehenge, situadas en las praderas de la llanura inglesa de Salisbury. A lo largo de los siglos, este misterioso círculo gigante se ha considerado un templo de druidas, un observatorio astronómico, un centro de curación, un monumento a la guerra e incluso un lugar de aterrizaje para las naves extraterrestres. Pero gracias a una serie de excavaciones recientes efectuadas en Stonehenge, entre otros lugares, los arqueólogos se encuentran hoy en día en mejor posición para contar la verdadera historia de las piedras.

El sitio es único por las dimensiones épicas de sus piedras y por las asombrosas distancias que estas recorrieron para llegar a su destino. Los enormes bloques de arenisca local, conocida como *sarsen*, que pesan entre veintidós y veintisiete toneladas, fueron probablemente transportados desde las inmediaciones de Avebury, que se encuentra a más de treinta kilómetros al norte. En cambio, las famosas «piedras azules», los pilares de dolerita de color gris azulado que hay entre ellas, más pequeños pero que pesan también varias toneladas, recorrieron cientos de kilómetros desde Gales para llegar hasta allí. Así pues, estamos ante uno de los logros más impresionantes de todo el Neolítico, que añade un ulterior misterio a la famosa orientación del monumento, que apunta hacia el Sol.

Gracias a las excavaciones modernas y a la datación con radiocarbono se sabe que Stonehenge se construyó en varias fases. Justo después del año 3000 a. C., se excavó en la caliza una zanja circular de tierra y un bancal (descrito imprecisamente como «crómlech»[4]) utilizando picos de cuerno, con un anillo de «piedras azules» en el interior y una entrada orientada hacia el noreste. Además, se erigieron varios bloques de arenisca *sarsen* dentro del anillo y más allá de la entrada por la que se accede a una enorme roca de *sarsen* sin trabajar, que hoy en día se conoce como Heel Stone. Varios siglos más tarde, el monumento adoptó aproximadamente la forma que tiene en la actualidad, ya que las

doleritas azuladas se reubicaron y las gigantescas areniscas se añadieron a un círculo de treinta menhires con unos dinteles horizontales, que quizá formaban un anillo de piedra continuo a cuatro metros de altura. En el centro, dispuestos en un arco en forma de herradura, había cinco estructuras en forma de puerta llamados «trilitos», de una altura de casi ocho metros.

Las teorías astronómicas más complicadas sobre Stonehenge —como, por ejemplo, la que aseguraba que permitía predecir los eclipses— han sido desechadas, pero es indudable que el arco de trilitos y la avenida que se aleja de Stonehenge hacia el noroeste (después gira y llega hasta el río Avon) apuntan hacia el alba estival. En la actualidad, miles de personas se reúnen todos los años para ver el amanecer de verano en la Heel Stone, pero en el periodo Neolítico, la salida del sol estaba alineada con la avenida.

El monumento también capta la puesta de sol en pleno invierno, en dirección opuesta. Mientras que la alineación estival es visible desde el interior de la circunferencia, la puesta de sol invernal podía ser vista por una procesión que se aproximara al monumento por la avenida, procedente del noreste. De hecho, las superficies de piedra que se podían divisar desde esta dirección están mejor revestidas, lo que podría significar que el acontecimiento invernal era el más relevante. Por último, es probable que un rectángulo de piedras denominadas Station Stones también esté alineado con los puntos más extremos de salida y puesta de la luna llena, que tiene lugar en los solsticios cada 18,6 años[5].

¿Para qué servía todo esto? Esta fue la pregunta que se hizo el arqueólogo británico Mike Parker Pearson cuanto participó en un documental televisivo sobre Stonehenge, en febrero de 1998. Parker Pearson había invitado a asistir a un compañero malgache llamado Ramilisonina. Los dos habían trabajado juntos varios años en Madagascar, donde las comunidades tradicionales aún erigen piedras conocidas como *vatolahy* («piedras de hombre») en honor de los muertos.

La víspera de la grabación, Parker Pearson llevó a Ramilisonina a Avebury, que está en las inmediaciones y donde

además hay tres círculos de piedra neolíticos. Intrigado por saber lo que su amigo pensaba sobre el sitio prehistórico, Parker Pearson le explicó que los arqueólogos desconocían el motivo por el que se habían erigido las piedras. «Me preguntó si no había aprendido nada trabajando en Madagascar», recordó Parker Pearson en 2013. «Para él era obvio que las circunferencias de piedra eran monumentos en honor de los antepasados, construidos con piedras para representar la vida eterna después de la muerte». Por el contrario, los materiales perecederos como la madera pertenecían al mundo temporal de los vivos.

En un primer momento, Parker Pearson rechazó la idea de que las creencias malgaches pudieran dar alguna pista sobre el sentido de los monumentos neolíticos; la idea de que Stonehenge fuera un monumento dedicado a los difuntos ya había sido sugerida en el pasado. Pero al día siguiente, mientras filmaba el sitio, se preguntó si las palabras de Ramilisonina no podrían ayudar a explicar, no solo las piedras antiguas, sino el paisaje circundante.

A varios kilómetros de Stonehenge, en las inmediaciones del río Avon, hay otro sitio neolítico construido con tierra y madera. Durrington Walls es el crómlech más grande conocido en las islas británicas, un círculo de tierra que abarca más de diecisiete hectáreas e incluye varios anillos grandes de postes de madera. Los arqueólogos creyeron durante mucho tiempo que Durrington Walls era varios siglos anterior a Stonehenge, pero la nueva datación de las piedras del segundo monumento acababa de revelar que los dos sitios podrían haberse utilizado a la vez. Después de haber hablado con Ramilisonina, Parker Pearson se preguntó si, después de todo, Stonehenge y Durrington Walls no eran, como se pensaba, dos monumentos separados. Podían ser dos mitades del mismo complejo: una para los vivos y otra para los muertos.

Para demostrar su idea, Parker Pearson y sus compañeros excavaron desde 2003 a 2009 en ambos lugares. Tal y como habían previsto, el equipo encontró indicios de un asentamiento anterior en Durrington Walls. Dicho asentamiento había sido construido alrededor del año 2500 a. C., al mismo tiempo que se erigían los

gigantescos bloques de arenisca en Stonehenge. El sitio estaba lleno de residuos propios de la vida doméstica, mientras que en Stonehenge casi solo había restos humanos incinerados (los arqueólogos estiman que cientos de personas habrían podido ser enterradas allí en el tercer mileno a. C.). El equipo descubrió también una avenida que llevaba, desde uno de los círculos de madera, al río Avon, lo que sugería que el río unía el sitio con Stonehenge. Además, confirmó varias alineaciones de solsticio en Durrington Walls —incluido el hecho de que la circunferencia y la avenida fluvial estaban orientadas hacia el sureste, ya fuera a la puesta de sol en verano o al amanecer en invierno— y descubrió restos de fastuosos festines invernales.

Parker Pearson concluyó que los constructores de la segunda fase épica de Stonehenge habían vivido allí. Por lo visto viajaban desde varios kilómetros a la redonda en ciertas épocas del año para conmemorar a sus antepasados y quizá para acompañar a los muertos desde el mundo de los vivos hasta la eternidad. El solsticio de invierno, cuando el sol alcanza su punto más bajo y el mundo vegetal reposa, podría haber sido visto, sugiere el arqueólogo, como el momento en que «el mundo oscuro de los muertos se aproximaba más al mundo de los vivos». Tal vez la gente se reunía entonces en Durrington Walls para conmemorar a los recién fallecidos y erigir postes de madera.

Quizá una procesión salió del círculo de madera orientado hacia el amanecer en pleno invierno y se encaminó hacia el río, en dirección al sol naciente. Tal vez bajó por el río en balsa o en canoa hasta llegar al reino de los antepasados, puede que con los restos incinerados de los muertos elegidos, y subió a Stonehenge por la tarde. Desde ese ángulo, la circunferencia adintelada debía parecer una sólida silueta recortada contra el cielo. El sol se puso justo detrás, resplandeciendo a través de una estrecha ventana, entre la parte superior de la circunferencia y la del imponente trilito central. Cualquiera que caminara por la ladera hacia Stonehenge habría visto detenerse un momento el último destello del anochecer, transformado en un rayo luminoso entre la piedra, como en Newgrange.

La idea de que Stonehenge fue un reino de los muertos que el Sol visitaba en mitad del invierno tiene sentido a la luz de las teorías sobre las tumbas de corredor como Newgrange. En ambos casos, los constructores neolíticos usaron las piedras para convertir sus conocimientos sobre los patrones repetitivos de la tierra y el cielo en espectaculares momentos de percepción sensorial. Saber que el solsticio se produce en un día determinado es una cosa, presenciarlo colectivamente en pleno invierno tuvo que ser otra muy diferente: la luz llega en la época de mayor oscuridad. Basándose en su conocimiento de los ciclos cósmicos, elaboraron un dramático mensaje sobre la eternidad —quizá sobre la vida eterna después de la muerte— que duraría milenios.

Suele decirse que las grandes innovaciones del Neolítico fueron los monumentos de piedra y la agricultura. Sin embargo, los dos casos tienen su origen en una transformación más profunda, que tuvo lugar cuando los humanos se separaron mentalmente de la naturaleza y de esta forma pudieron concebir la idea de manipular y dominar el mundo natural. En lugar de adaptarse sin más al entorno, asumieron el control y dieron forma, no solo a monumentos individuales, sino también al paisaje, para manifestar de manera física sus creencias.

Esta revolución se inició en Göbekli Tepe y sus alrededores y fue completada seis mil años más tarde por los constructores de Stonehenge. Los espíritus animales habían desaparecido y los ancestros humanos dominaban. La dependencia de las cuevas y del inframundo se había quebrado. Los agricultores de la Gran Bretaña neolítica elaboraron una nueva cosmología, apropiada para una sociedad más amplia y compleja. Los humanos ya no exploraban su universo mediante trances individuales en el interior de cuevas como la de Lascaux o en tumbas como la de Newgrange, sino en escenarios públicos espectacularmente alineados con el firmamento. Habían dejado de esconderse en la oscuridad para salir a la luz.

III

Destino

En diciembre de 1853, un arqueólogo de veintisiete años llamado Hormuzd Rassam dirigía por cuenta del Museo Británico de Londres unas excavaciones en las inmediaciones de Mosul, ciudad que hoy en día se encuentra en Irak. Era la oportunidad de su vida, sobre todo para alguien que había nacido y crecido en Oriente Medio. Pero, tras más de un año de trabajo, seguía sin hacer un descubrimiento relevante y, por si fuera poco, el lugar que deseaba examinar había sido prometido a un equipo rival. Para remediarlo, se le había ocurrido una última idea, pero debía atinar con el momento para poder llevarla a cabo. Así pues, se puso a observar el cielo y aguardó con ansia la aparición de la luna llena.

Mosul era la ciudad natal de Rassam. Hoy en día es particularmente conocida por ser víctima de la guerra contra el terrorismo y por haber quedado reducida a un montón de escombros y huesos después de que las fuerzas iraquíes la liberaran de manos del ISIS en julio de 2017. Pero en la época de Rassam, Mosul formaba parte del Imperio turco otomano y unos muros de ladrillo centenarios rodeaban sus calles polvorientas, sus bazares abarrotados, sus mezquitas con abultadas cúpulas y sus altísimos minaretes. Barcas desvencijadas con el fondo plano transportaban pasajeros a las tierras fértiles que había en la otra orilla del río Tigris: campos de maíz, melones y pepinos, y varias colinas poco elevadas cubiertas de hierba.

Los aventureros europeos que excavaban en esos montículos (y en Nimrud, a treinta kilómetros al sur) habían descubierto desde hacía unos años la existencia de un mundo antiguo espectacular.

La colina más grande, llamada Kuyunjik, tenía algo más de un kilómetro y medio de largo. En 1847, el explorador británico Austen Henry Layard, acompañado de Rassam y su ayudante, hicieron un túnel en el lado suroeste y desenterraron las ruinas de un gran palacio que había sido construido en el siglo VII a. C. La lujosa residencia ribereña tenía, al menos, ochenta habitaciones y pasillos, con puertas de piedra custodiadas por enormes toros alados y leones y las paredes decoradas con unos tres kilómetros de frisos de alabastro tallado que representaban campañas militares victoriosas en todo Oriente Próximo. La residencia había pertenecido al rey asirio Senaquerib: Layard y Rassam acababan de descubrir la gran ciudad de Nínive, la capital del mayor imperio que el mundo había conocido jamás.

Los asirios eran famosos gracias a la Biblia, donde se cuenta que Senaquerib fue derrotado en el asedio de Jerusalén y describe Nínive como una ciudad perversa cuyos habitantes se arrepintieron cuando Dios envió a Jonás a predicar. En cualquier caso, antes de las excavaciones de Layard no había aparecido ningún rastro directo de esta civilización. Así pues, sus ciudades y palacios estaban emergiendo de la tierra al cabo de más de dos mil años.

En una excavación posterior, efectuada en 1852, Layard se quedó en casa para seguir su carrera política y convenció al Museo Británico para que permitiera que Rassam ocupara su lugar. Deseoso de probarse a sí mismo, Rassam planeaba investigar el lado norte del enorme montículo de Kuyunjik, porque estaba convencido de que en él debía haber algo mucho más espectacular. El problema fue que, por aquel entonces, Gran Bretaña y Francia se estaban disputando las antigüedades que querían enviar a sus museos, de manera que, cuando Rassam llegó a su destino, se enteró de que el cónsul británico en Bagdad, Henry Rawlinson, había cedido los derechos de excavación de su sitio favorito a los franceses.

Rassam tuvo que resignarse a excavar en otro lugar, pero ya en diciembre de 1953 el tiempo y los fondos empezaban a escasear. El arqueólogo deseaba explorar el sitio como fuera antes de regresar a Londres, pero si contrariaba a los franceses y luego

no encontraba nada era muy probable que las autoridades británicas no volvieran a confiar en él. Así pues, «decidí realizar un examen experimental de la zona por la noche», escribió más tarde. «Lo único que tuve que hacer para llevar a cabo mi aventura nocturna fue esperar a que se produjera una buena ocasión y a que la luz de la luna brillara lo suficiente».

Para ello, reclutó un equipo de trabajadores de confianza y, en la noche del 20 de diciembre, los llevó a Kuyunjik. La segunda noche hallaron parte de una pared de mármol unida a una sección de suelo pavimentado. A la mañana siguiente, Rassam envió un telegrama entusiasta a Rawlinson y al Museo Británico, donde les contaba que había descubierto otro palacio asirio. Pero cuando el equipo volvió a cavar esa noche vio que las losas terminaban después de unos cuantos metros y que estaban rodeadas por un antiguo montón de restos.

Rassam estaba angustiado. Las noticias de sus hazañas habían llegado a Mosul y temía que los franceses aparecieran en cualquier momento para detenerlo, o que las autoridades otomanas lo acusaran de saqueo. Contrató más hombres para la cuarta noche y los puso a trabajar en varios sitios próximos a las losas de mármol. Tras varias horas mordiéndose las uñas, por fin, oyó un grito: «¡*Sooar*!», que en árabe significa 'imágenes'. Mientras sus hombres cavaban una profunda zanja, había caído un gran banco de tierra y al hacerlo había dejado a la vista, bajo la luz de la luna, la imagen perfectamente conservada de un musculoso y barbado rey asirio.

La cámara que habían descubierto resultó ser una sala larga y estrecha de unos veinte metros de longitud y unos cinco de ancho. Sus paredes estaban revestidas con escenas de una caza de leones: el rey aparecía persiguiéndolos con su carro, con el arco levantado, arrojando una lanza a un león con sus ayudantes o clavando una daga en el cuello del animal. Los relieves constituyen uno de los ejemplos de arte más exquisitos y realistas de la civilización asiria. Rassam se conmovió en especial con la imagen de una leona: «Descansaba sobre las patas delanteras, con la cabeza extendida, tratando de unir en vano las extremidades heridas».

Pero el descubrimiento más importante estaba bajo sus pies.

El suelo de la cámara estaba cubierto con miles de tablillas de arcilla rotas: algunas estaban completamente destrozadas, otras casi enteras, y llegaban a tener hasta veintidós centímetros de largo. La superficie estaba llena de diminutas ranuras en forma de cuña —una escritura conocida como cuneiforme, que se realizaba presionando el extremo de una caña en la arcilla húmeda—. Rassam había descubierto realmente otro palacio erigido por el nieto de Senaquerib, Asurbanipal, el rey más poderoso del imperio asirio, y estaban en la biblioteca.

Fue un hallazgo crucial. En el segundo capítulo hemos visto cómo el origen de la agricultura, que tuvo lugar alrededor del año 8000 a. C., constituyó un punto de inflexión clave en la historia de la humanidad: el hombre dejó de formar parte de la naturaleza y empezó a moldearla y a dominarla. Varios milenios más tarde, las mismas llanuras fértiles que se extendían entre los ríos Éufrates y Tigris[1] fueron testigos de otra gran revolución humana: la invención de la escritura. Las primeras tablillas escritas que se conocen fueron realizadas por la civilización sumeria del sur de Mesopotamia a finales del cuarto milenio a. C. Los babilonios y los asirios adoptaron más tarde la escritura cuneiforme, que también se extendió hacia el norte. Esto permitió que todo, desde las deudas e impuestos a la voluntad del rey, quedara registrado de forma permanente. La palabra escrita apoyó la organización y la burocracia de unas ciudades que eran cada vez más complejas, de los estados e incluso de los imperios. Y, por supuesto, gracias a los registros escritos, la historia pudo iniciar su andadura. Los restos arqueológicos nos pueden dar pistas sobre las creencias y pensamientos de las culturas pasadas, pero las palabras nos lo cuentan directamente.

La biblioteca de Asurbanipal es la primera visión sistemática que tenemos del universo mental de una civilización antigua. Contenía miles de textos procedentes de todo el imperio, que abarcaban la totalidad de Mesopotamia y más allá de ella, y algunos eran copias de textos originarios del tercer milenio a. C. Entre ellos encontramos recibos (de bueyes, esclavos, barriles de vino), oraciones, documentos legales, literatura y medicina: son,

esencialmente, «los precursores de todo», como dice Jeanette Fincke, una experta en textos cuneiformes que ha catalogado las tablillas babilónicas de la biblioteca en el Museo Británico. «Y cuando digo todo, me refiero verdaderamente a todo».

Pero lo que este archivo muestra en especial es una sociedad organizada alrededor de la fascinación —u obsesión— que sentía por el cielo. Las tablillas describen los movimientos del Sol, la Luna y los planetas como si se tratara de la escritura divina con la que recibían mensajes de los dioses que determinaban el comportamiento y las decisiones en todos los aspectos de la vida humana. «Cuando la Luna se eclipse durante la vigilia vespertina, en el mes de Ajaru, el rey morirá», se lee en una tablilla que forma parte de un vasto compendio de unos siete mil presagios similares, conocido como *Enuma Anu Enlil.* Es el origen de una idea que ha cautivado a la humanidad desde entonces: que nuestro destino está escrito en las estrellas.

* * *

Las tallas del palacio de Asurbanipal lo representan como un gobernante sediento de sangre; en uno de los relieves aparece disfrutando de un pícnic en su jardín, mientras la cabeza de un rey enemigo cuelga de un árbol cercano. En el año 612 a. C., poco después de su muerte, los enemigos del pueblo asirio se vengaron. Una coalición de antiguos súbditos, liderada por los babilonios, conquistó Nínive y quemó los palacios. Debido al calor del fuego, las tablillas de arcilla que había en el interior burbujearon y se deformaron, pero al mismo tiempo se cocieron lo suficiente para sobrevivir miles de años.

Además de las tablillas que encontró Rassam, Layard desenterró más cajas en el palacio que Asurbanipal había heredado de Senaquerib. Los excavadores enviaron decenas de miles de fragmentos de arcilla al Museo Británico[2]. No era la primera vez que se encontraban tablillas cuneiformes, pero la enorme dimensión de los hallazgos que se realizaron en Nínive impelió a los estudiosos a descifrar la extraña escritura.

Uno de los pioneros fue Rawlinson, el cónsul británico. Varios años antes, había puesto en riesgo su vida escalando un acantilado en Persia para copiar las misteriosas letras en forma de cuña que estaban talladas en él, como si se tratara de un mensaje destinado a los dioses. Repetida en tres lenguas diferentes, incluido el acadio de los babilonios, era una versión cuneiforme de la piedra de Rosetta. En 1860, Rawlinson y otros estudiosos habían adquirido ya cierto conocimiento práctico de los complejos símbolos, de forma que abordaron la lectura de las tablillas de Nínive.

En ellas descubrimos a Asurbanipal no solo como líder militar, sino también como un obsesivo coleccionista de textos que trabajó de forma incansable para conseguir miles de ellos procedentes de todos los rincones del imperio. «Quería recopilar el conocimiento escrito y la sabiduría del mundo conocido», dice Fincke. Una tablilla, por ejemplo, contiene un mensaje del rey dirigido a sus agentes: «Las raras tablillas conocidas que no están en Asiria. ¡Buscadlas y traédmelas!». En especial, se concentró en los textos babilonios, de los que llegó a reunir más de tres mil quinientos con una antigüedad de mil años. A pesar de estar sometida a Asiria desde el año 900 a. C. más o menos, Babilonia había sido en el pasado un poderoso imperio por derecho propio. Su capital, Babilonia, seguía siendo un destacado centro cultural y religioso, a tal punto que los asirios asimilaron muchos elementos de la visión babilónica del mundo.

Uno de los hallazgos más famosos que se realizaron en la biblioteca fue el poema épico *Gilgamesh*, que a menudo se considera la primera historia del mundo. Escrito en Babilonia alrededor del año 1700 a. C., aunque basado en unos poemas sumerios varios siglos más antiguos, describe a un joven y orgulloso gobernante —inspirado en un rey de Uruk del tercer milenio a. C.—, que obtiene la sabiduría a través de una desesperada búsqueda de la inmortalidad condenada al fracaso. Aclamado hoy en día como una obra maestra de la literatura, *Gilgamesh* causó sensación cuando fue descubierto porque incluye una versión del cuento bíblico de Noé y el diluvio, escrito varios siglos antes que la copia más antigua del Génesis (cuando el

conservador adjunto George Smith descifró por primera vez este fragmento en la sala de lectura del Museo Británico, en noviembre de 1872, se excitó tanto que empezó a desnudarse). En el poema abundan también las referencias al cielo. En una escena, el rey tiene que huir del Sol. En otra, derrota con su amigo Enkidu al Toro del Cielo —la constelación que ahora conocemos como Tauro —, que la diosa Ishtar (asociada al planeta Venus) había lanzado tras ellos, y arrojan un muslo cortado del animal a la cara de ella. Algunos estudiosos piensan que es la explicación mítica del motivo por el que, en tiempos de Mesopotamia, esta constelación había perdido sus cuartos traseros.

Otra epopeya babilónica que se encontraba en la biblioteca es el *Enuma Elish* («Cuando en lo alto»). A pesar de ser menos conocida que *Gilgamesh*, se la considera igualmente significativa porque es uno de los primeros mitos conocidos de la creación, el intento más antiguo que ha sobrevivido de describir cómo surgió el cosmos. Alcanzó su forma definitiva alrededor del año 1500 a. C., pero, una vez más, es muy probable que esté basada en historias mucho más antiguas. El poema cuenta cómo el jefe de los dioses babilonios, Marduk (Júpiter), derrota a la diosa madre Tiamat y a las fuerzas del caos. Tras partir a la diosa por la mitad como si fuera «un pescado seco», crea el Cielo y la Tierra con las dos piezas.

A continuación, Marduk pone orden en el cosmos: traza los caminos de los planetas y las estrellas, divide el año en doce meses de treinta días y confía la noche a la Luna y el día al Sol. Desencadena el clima y hace nacer los ríos Éufrates y Tigris de los ojos de Tiamat. Después se construye un santuario en Babilonia y, ayudado por Ea, el dios del agua y de la sabiduría, crea la humanidad. Al igual que otros relatos tempranos que trazan las distintas visiones cosmológicas, se trata de una descripción épica y profusa, a todas luces más preocupada por crear significado que por explicar los hechos. Las pruebas arqueológicas sugieren que el hombre del Paleolítico y del Neolítico relacionaba íntimamente los acontecimientos celestes y terrenales. *Gilgamesh* y *Enuma Elish*, que datan de los orígenes de la civilización, revelan un universo

holístico similar donde el aspecto terrenal y el celeste se reflejan mutuamente e influyen el uno en el otro como dos caras de la misma moneda.

Por consiguiente, los dioses mesopotámicos vivían al mismo tiempo en la tierra y el cielo. Todas las divinidades principales tenían una estatua en su ciudad natal: Marduk, por ejemplo, vivía en el tempo de Esagila, en Babilonia. Las excavaciones muestran que dicho templo tenía doscientos metros de longitud y unos patios enormes por los que se accedía a un santuario interior. Junto a él se erigía un zigurat o torre escalonada. Los sacerdotes del templo asistían a Marduk y a su séquito divino (formado también por estatuas), los vestían, los alimentaban, los entretenían y los llevaban por toda la ciudad durante las procesiones religiosas. El festival de Año Nuevo, que duraba doce días, era especialmente importante. Según dice el asiriólogo francés Jean Bottéro, durante este «los dioses se glorificaban para renovar no solo el tiempo, sino también el universo».

Los dioses también aparecieron en el firmamento como cuerpos celestes, al igual que los planetas, incluidos Marduk e Ishtar, acompañados por el dios lunar, Sin, y el dios solar, Shamash. Los asirios creían que estas divinidades podían determinar lo que sucedía en la tierra, de manera que adivinaban el futuro estudiando sus movimientos en el cielo. Los sacerdotes del templo de Esagila, conocidos también como «los escribas de *Enuma Anu Enlil*», eran famosos por su habilidad para descifrar los mensajes celestes, gracias a una experiencia de varios siglos de antigüedad. Interpretando correctamente los signos y celebrando los rituales adecuados, era posible evitar las consecuencias de cualquier predicción nefasta.

Así pues, la razón por la que Asurbanipal quería reunir los textos no era puramente filosófica. El rey comprendió que el conocimiento del cosmos era vital para su supervivencia. El mayor grupo de textos babilónicos que figuraba en la biblioteca real estaba relacionado con los presagios y la adivinación, sobre todo en lo tocante a los acontecimientos celestes. Su objetivo, afirma Fincke, «era recopilar el mayor número de tablillas posible con

instrucciones para celebrar los rituales y hacer los conjuros indispensables para mantenerlo en el trono y en el poder».

Observar el cielo no era la única manera de adivinar el futuro: casi cualquier cosa podía constituir un mensaje divino: las entrañas de las ovejas, las marcas de nacimiento, el humo o los dados, incluso el canto de ciertos pájaros. Para eludir las predicciones negativas los babilonios disponían de todo un arsenal de rituales llamados *namburbi*, una palabra sumeria que significa 'aflojar' o 'disipar'; el mal podía desatarse, como un nudo. Al igual que los habitantes de Çatalhöyük y de sus casas semejantes a cuevas, vivían en un mundo mágico y sin fronteras entre los reinos físico y espiritual, donde todo dependía de la voluntad de los dioses.

En cualquier caso, los signos celestes eran los más poderosos. La señal que aparecía en una casa particular, como una repentina aparición de insectos, podía afectar a una persona; un presagio visible en la calle, a todo un barrio. Siguiendo este razonamiento, como todos podían ver en teoría lo que ocurría en el cielo, los hechos que se producían en él revelaban el destino de un país: la cosecha, la guerra, la política o el rey. Las tablillas de la biblioteca detallan la manera en que los sacerdotes que residían en distintos puntos del imperio de Asurbanipal, aunque sobre todo en Babilonia, le enviaban regularmente informes sobre los acaecimientos celestes que habían observado y le aconsejaban lo que debía hacer.

Su sabiduría se recopiló en el *Enuma Anu Enlil*, un título que viene de las palabras con que comienza: «Cuando Anu y Enlil…» (Anu era el dios del cielo; Enlil, el dios de la atmósfera, el «señor del viento»). Compilado a finales del segundo milenio a. C., es esencialmente un manual que trata sobre las consecuencias terrestres de los eventos que tienen lugar en el cielo, desde los movimientos de los planetas hasta el color del Sol. «Si en el primer día de Nisannu el amanecer [parece] salpicado de sangre», se lee en una tablilla, «el grano desaparecerá en el país, habrá dificultades y se comerá carne humana». Otro señala que si se produce un eclipse solar mientras Venus y Júpiter están visibles, «el país sufrirá un ataque». Entre los acontecimientos más

relevantes se encontraban los eclipses lunares, que a menudo predecían la muerte de un rey. Por ese motivo, el disco lunar se dividió en cuatro cuadrantes correspondientes a las cuatro regiones del mundo conocido: Amurru, Elam, Asiria y Babilonia. Las zonas que ensombrecía el eclipse revelaban qué rey iba a morir.

En varias cartas de la biblioteca de Asurbanipal se describe la escalofriante manera en que los reyes mesopotámicos eludieron ese destino. Cuando se producía un eclipse, el monarca abdicaba de forma provisional y su sustituto —un enemigo, un criminal o incluso el jardinero— se vestía con la ropa del rey y ocupaba el trono con una «joven» o una «virgen», que hacía las veces de reina. La pareja vivía en el lujo durante cien días, disfrutando de suntuosos banquetes, de los músicos de la corte e incluso de viajes a bordo del barco real. Después eran ejecutados y, una vez cumplida la predicción, el verdadero rey regresaba sano y salvo a su trono.

Es una mirada fascinante a una civilización que estuvo gobernada por el cielo, para la que la danza celestial del Sol, la Luna y los planetas era realmente una cuestión de vida o muerte. Pero los sacerdotes del templo de Esagila no eran simples adivinos supersticiosos. En 1878, un jesuita solitario empezó a copiar varias tablillas babilónicas que se encontraban en los grandes depósitos del Museo Británico y descubrió que el conocimiento que este pueblo tenía del cielo iba mucho más allá de lo imaginable.

* * *

Tras la destrucción de Nínive en el año 612 a. C., los babilonios heredaron el control del imperio asirio, que al norte se extendía hasta el actual centro de Turquía y al sur hasta el desierto de Arabia. El rey Nabucodonosor II, que subió al trono en el año 604 a. C., pasó los cuarenta y tres años que duró su reinado reconstruyendo Babilonia, hasta tal punto que la ciudad llegó a superar su antigua gloria. Además de erigir un enorme palacio, la protegió con unos fosos y una muralla tan ancha que era posible conducir encima de ella un carro tirado por cuatro caballos. De las

ocho puertas que tenía la muralla, la más impresionante era la de Ishtar, atravesada por la avenida procesional que cruzaba la ciudad hasta llegar al templo de Esagila. La puerta y el recorrido del desfile estaban revestidos de ladrillos azules vidriados, decorados con feroces animales de color amarillo y blanco: dragones, leones y uros.

Junto al templo, Nabucodonosor reconstruyó el zigurat de la ciudad (que había sido destruido por Senaquerib), más alto que en el pasado. Según parece, llegó a alcanzar noventa metros de altura y tenía escaleras en el exterior y un santuario dedicado a Marduk en la cima, también decorado con llamativos ladrillos azules. La torre se llamaba Etemenanki —'casa de la fundación del cielo y del inframundo'— y tenía un gran significado mitológico y cosmológico: estaba claramente inspirada en el arca de *Gilgamesh*, ya que las dos se dividían en siete pisos y cubrían un área de un *ikû*, unos noventa metros cuadrados.

Esta estructura también se reflejaba en el cielo. Según Andrew George, que estudia la cultura babilónica en la Escuela de Estudios Orientales y Africanos de la Universidad de Londres, *ikû* era para los babilonios el gran cuadrado de nuestra moderna constelación de Pegaso. Etemenanki era «una estructura fundada en los dos niveles del universo a la vez, cuya inmensidad […] trasciende la brecha que hay entre ellos». Era el hogar de Marduk y la mayor fuente de seguridad y poder de Babilonia y del rey. En la Biblia, en la que Nabucodonosor representa el papel del rey malvado que saqueó Jerusalén y expulsó a los judíos, el zigurat se convirtió en la Torre de Babel.

Todo esto fue confirmado en buena medida por los arqueólogos alemanes que dirigieron las primeras excavaciones científicas en Babilonia a partir de 1899. Cuando llegaron, sin embargo, no quedaba ni una sola tablilla de arcilla. Se las había llevado todas Rassam, que había excavado grandes áreas de la ciudad en los años setenta, además de los lugareños, que lo hacían de forma ilegal para venderlas a los comerciantes de antigüedades[3]. Al final, el Museo Británico compró miles de tablillas y allí fue donde estas llamaron la atención de un sacerdote

en prácticas llamado Johann Strassmaier.

Nacido en la rural Baviera en 1846, Strassmaier entró en los jesuitas a la edad de diecinueve años. Varios años más tarde, Baviera pasó a formar parte del Imperio alemán recientemente unificado y los jesuitas se convirtieron en el blanco del primer canciller, Otto von Bismarck, que consideraba la deferencia que estos mostraban hacia el papa como una amenaza para su gobierno secular, de manera que en 1872 les prohibió enseñar y trabajar en Alemania. Strassmaier emigró entonces a una universidad jesuita de Inglaterra, donde se especializó en el estudio de las lenguas. Fue ordenado en 1876 y dos años más tarde se instaló en una casa de la orden situada en el barrio londinense de Mayfair, próxima al Museo Británico.

Pero no pudo eludir las tensiones existentes entre las visiones secular y religiosa del mundo; los eruditos de Londres se estaban enfrentando a toda una serie de descubrimientos científicos revolucionarios que parecían estar socavando las ideas de la Biblia. En 1859, Charles Darwin había expuesto su teoría de la evolución mediante selección natural, desafiando el relato bíblico de la creación de las especies. Luego, en 1872, fue el turno de la tabla del diluvio de Nínive, que llevó a algunos a afirmar que este episodio crucial del Antiguo Testamento no era sino un mito mesopotámico reelaborado. Dada su fuerte tradición de erudición académica y su interés por salir en defensa de la exactitud bíblica, los jesuitas quisieron participar en el debate sobre los hallazgos que se estaban produciendo en Mesopotamia. Así pues, encargaron a Strassmaier que estudiara las tablillas cuneiformes en el Museo Británico y este empezó a estudiar la lengua acadiana.

Strassmaier era un hombre pequeño, afable y atento, con la cara redonda y «una nariz difícil de olvidar». En un principio planeaba escribir un libro sobre la historia de las lenguas semíticas, pero al ver el número de tablillas que se estaban consumiendo en los depósitos del museo sin que nadie las leyera, se quedó consternado. «¿Cómo puede escribirse la historia de estas lenguas cuando todavía hay sesenta mil tablillas cuneiformes sin copiar ni traducir?», comentó a un compañero. De esta forma inició un

programa, que mantuvo durante casi veinte años, durante los cuales llegaba a la sala de estudiantes del museo a las diez de la mañana y trabajaba sin parar hasta las cuatro de la tarde. En ese periodo copió los símbolos que aparecían en miles de tablillas y realizó dibujos a tinta en folios de papel de tamaño A4 doblados por la mitad. A diferencia del conservador George Smith, que había leído textos procedentes de Nínive, Strassmaier se concentró en las tablillas babilónicas. La mayoría databan de una época posterior a Nabucodonosor, entre los siglos V y I a. C., cuando la ciudad fue derrotada por los persas y los griegos.

En un primer momento, Strassmaier copió con diligencia registros económicos como facturas y contratos, textos que la mayoría de los eruditos habían desdeñado por considerarlos aburridos. No tardó en darse cuenta de que en muchas tablillas solo aparecían números y apenas unas cuantas palabras. El texto que figuraba en ellas —nombres de planetas, por ejemplo— sugería que trataban de astronomía. Strassmaier no entendía los números, así que en 1880 pidió ayuda a su compañero y sacerdote Joseph Epping, que había sido su profesor de Matemáticas en Alemania y que en ese momento se encontraba en los Países Bajos. Epping se mostró reacio al principio. No sabía leer la escritura cuneiforme y aunque la astronomía no le era «totalmente ajena», como escribiría más tarde, la tarea le parecía demasiado desalentadora: «No me consideraba un artista del cálculo capaz de resolver una ecuación con un número tan considerable de incógnitas y tan escasos conocimientos». Pero al final Strassmaier le entregó sus dibujos y Epping comenzó a pelear con los misteriosos números, buscando patrones que revelaran su significado.

Empezó por un fragmento que tenía siete columnas de números que iban de arriba a abajo. Tardó varios meses en entenderlo. Mientras Epping trabajaba, otros estudiosos de los signos cuneiformes habían empezado a darse cuenta de que los babilonios estaban dotados para las matemáticas y de que usaban un sistema numérico basado en el número sesenta (que repetimos cada vez que escribimos el tiempo en horas, minutos y segundos, o los grados de un ángulo) para encarar el álgebra, las fracciones e

incluso las ecuaciones de segundo grado. Pero, aun así, lo que encontró fue una verdadera sorpresa.

En 1881, Epping anunció que los números representaban pasos en el cálculo de las fechas y las horas de una serie de lunas nuevas, que iban de los años 104 a 101 a. C. Otro texto incluía una tabla similar para las posiciones de Venus y Júpiter. Los cálculos eran de una precisión impresionante, incluso tenían en cuenta las mínimas variaciones en la velocidad aparente de la Luna y los planetas al atravesar el cielo (causadas por sus órbitas elípticas). Aunque los escritores griegos y romanos aluden con frecuencia a la sabiduría astral de los babilonios, nadie se imaginaba que, además de los presagios mágicos y las oraciones, los escribas de Marduk hubieran sido capaces de desarrollar un nuevo tipo de conocimiento matemático sobre el cosmos. Epping afirmó que su hallazgo era un «valioso tesoro histórico». Los sacerdotes pronosticaban realmente el futuro valiéndose de unas fórmulas precisas que les permitían predecir sucesos celestes con varias décadas de anticipación.

Gracias a que las tablillas se han ido catalogando y leyendo, los historiadores pueden ver ahora una progresión gradual en las habilidades de los sacerdotes. *Enuma Anu Enlil*, el manual que se encontró en la biblioteca de Asurbanipal, contiene varios presagios que enumeran los ascensos y puestas de Venus[4] que datan del segundo milenio a. C. Algunos números parecen basarse en observaciones, pero otros están corregidos para ajustarse a un patrón. Si bien el esquema no es muy exacto, indica que los babilonios ya intentaban describir los cielos valiéndose de reglas matemáticas. Las últimas tablillas de Babilonia (y también algunas escritas por los sacerdotes del templo de la ciudad de Uruk) muestran que, desde el siglo VIII a. C., más o menos, los sacerdotes comenzaron a llevar registros más sistemáticos, observando el cielo cada noche y apuntando todo lo que veían. Estos «diarios astronómicos» incluyen asimismo eventos terrestres relevantes, como el nivel del río Éufrates, los precios de la lana, la cebada y el sésamo, o informes sobre nacimientos monstruosos.

Varias generaciones más tarde, los escribas se dieron cuenta

de que determinados tipos de acontecimientos volvían a producirse al cabo de cierto tiempo. Ishtar, por ejemplo, repite su trayectoria errante después de ocho años y Marduk después de setenta y uno; los eclipses, en cambio, siguen un ciclo de dieciocho. Comprobando lo que había sucedido en los grandes ciclos anteriores, podían seguir las señales del cielo sin necesidad de mirarlo.

Más tarde, alrededor del año 400 a. C., se produjo otro gran avance: los sacerdotes inventaron el zodíaco dividiendo la eclíptica (la trayectoria celeste del Sol, la Luna y los planetas) en doce segmentos iguales de treinta grados y asignando a cada uno de ellos el nombre de una constelación próxima, como «Toro del cielo» (Tauro) y «Grandes gemelos» (Géminis). De esta manera obtuvieron un sistema preciso para registrar y computar los acontecimientos celestes. Poco después, idearon otros métodos aritméticos para describir los ciclos de repetición registrados en sus diarios.

Estos se basaban en el descubrimiento de «relaciones periódicas» que expresan diferentes ciclos astronómicos en términos recíprocos. Por ejemplo, cada planeta se mueve alrededor del zodíaco a una velocidad característica (el «ciclo tropical»), pero superpuesto a esta hay un patrón en forma de zigzag donde a veces se detiene o invierte temporalmente la dirección (el «ciclo sinódico»)[5]. Venus se puede describir bastante bien mediante una relación muy sencilla —en ocho años, pasa por ocho ciclos tropicales y (de forma casi exacta) por cinco ciclos sinódicos— mientras que otros son mucho más complejos. El paso final fue la incorporación de las sutiles variaciones de velocidad que se producen durante estos ciclos, añadiendo o restando valores diferentes a lo largo del tiempo, de acuerdo con las reglas establecidas[6].

En palabras del historiador de la astronomía James Evans, eran unas matemáticas que demostraban una gran inteligencia. De hecho, los escribas ya no necesitaban basarse en las largas listas de las antiguas observaciones: les bastaba con aplicar un pequeño conjunto de parámetros numéricos para definir el comportamiento

de cada suceso celeste[7]. Epping, por tanto, había desvelado el momento en que la humanidad había pasado de experimentar los fenómenos celestes a explicarlos.

Pero esta no era la única sorpresa que escondía la arcilla cocida.

* * *

En el año 336 a. C., a más de mil seiscientos kilómetros al noroeste de Babilonia, un joven príncipe llamado Alejandro ascendió al trono de Macedonia. Durante los cinco años siguientes forjó un imperio enorme derrotando a los estados griegos, Asia Menor y Egipto. En octubre del año 331 a. C., tras una batalla decisiva contra los persas en las llanuras próximas a Nínive, se dirigió con sus ejércitos hacia Babilonia.

Según el historiador romano Quinto Curcio Rufo, a pesar de que muchos de los habitantes subieron a las murallas de la ciudad para ver llegar a Alejandro Magno, la mayoría salió a su encuentro mientras se aproximaba a la puerta de color azul cobalto. Los funcionarios cubrieron el camino ceremonial con flores y altares de plata perfumados. Le enviaron regalos —rebaños de ganado y caballos; leones y leopardos encerrados en jaulas— y le mostraron sus tesoros culturales en una procesión en la que participaron músicos, sabios y los escribas de *Enuma Anu Enlil*. Rodeado de su guardia armada, Alejandro entró por la puerta a bordo de un carro de guerra y fue directamente al palacio real. Impresionado por la belleza y la antigüedad de la ciudad, la convirtió en su nueva capital. Su victoria introdujo a Babilonia en el mundo griego y puso a los escribas en contacto con los astrónomos y filósofos de Occidente. Sus visiones del cosmos no podían ser más diferentes.

Mientras los sacerdotes de los templos veían los eventos celestiales como si estuvieran escritos en una tabla plana, a los eruditos griegos les interesaban las tres dimensiones: querían saber cómo estaba organizado el sistema solar. Además, mientras la creencia babilónica en los presagios atribuía la mayor importancia a la precisión, los griegos no solían observar el cielo de forma

escrupulosa. Sus modelos se basaban en elevados ideales filosóficos.

En el siglo IV a. C., la figura dominante del pensamiento griego era el tutor de Alejandro, Aristóteles, quien argumentaba que, dado que los cielos eran divinos, debían de estar estructurados de forma apropiada, perfecta y eficiente, esto es, en una serie de esferas. Proponía una Tierra esférica situada en el centro del cosmos y rodeada de círculos concéntricos o esferas que transportaban las órbitas del Sol, la Luna, los cinco planetas conocidos y las estrellas fijas. El único movimiento celeste imaginable era la velocidad constante en una circunferencia perfecta, pero esta no podía explicar por qué los planetas a veces se detienen y cambian de dirección. En el siglo III a. C. los astrónomos occidentales llegaron a una elegante solución: los planetas se movían en pequeños círculos, llamados epiciclos, al mismo tiempo que trazaban un bucle mayor alrededor de la Tierra. Sugirieron que las órbitas descentradas explicaban la velocidad variable de la Luna y el Sol. Estas teorías geométricas no incluían números precisos; lo que importaba era el principio. En el siglo II a. C. un astrónomo llamado Hiparco lo cambió todo.

Nacido alrededor del año 190 a. C., Hiparco trabajó en la isla de Rodas y, por lo visto, revolucionó la astronomía griega transformando el arte filosófico en una ciencia práctica. Además de efectuar amplias observaciones astronómicas, se le atribuye la compilación del primer catálogo de estrellas. Por otra parte, acusó a sus colegas de ser descuidados y les reprochó que sus modelos cosmológicos fueran inútiles, ya que no se ajustaban con precisión a lo que de verdad sucedía en el cielo. Su actitud, según James Evans, «representaba una forma radicalmente nueva de ver el mundo, al menos entre los griegos». Pocas obras de Hiparco han llegado hasta nuestros días, pero uno de sus sucesores, el matemático y astrónomo Ptolomeo, afirmó que se valía de sus observaciones astronómicas para obtener números exactos —relaciones periódicas— que describieran el comportamiento cíclico del Sol, la Luna y los planetas. Más tarde, usó la trigonometría (posiblemente la inventó, porque según parece fue el primero que

puso en práctica esas técnicas) para conectar estos números con los modelos geométricos existentes.

«Hiparco convirtió un modelo geométrico ampliamente explicativo en una teoría real», explica Evans. No fue capaz de -explicar en su totalidad los movimientos de los planetas usando los círculos perfectos de Aristóteles, pero, por primera vez, los griegos pudieron calcular la posición del Sol o de la Luna en el zodíaco para cualquier fecha.

El siguiente gran astrónomo del mundo griego antiguo fue Ptolomeo. Trabajó en Alejandría en el siglo II a. C. y es autor de un texto monumental sobre la labor de Hiparco, el *Almagesto*, donde dio una explicación lógica y matemática de todos los movimientos que se veían en el cielo, deduciéndolos poco a poco de las observaciones. El texto incluía la teoría planetaria que había eludido Hiparco: Ptolomeo sugería que los epiciclos se movían en el cielo a una velocidad constante, no midiéndola desde la Tierra ni desde el centro de su órbita, sino desde un tercer punto, que él denominó «ecuante». Aunque complicado, este esquema era sorprendentemente preciso, de manera que el *Almagesto* se convirtió en uno de los libros científicos más influyentes y su visión del cosmos perduró mil quinientos años.

Durante buena parte de la historia reciente se consideraba que esta cadena de eventos explicaba el origen no solo de la astronomía occidental, sino del pensamiento científico en general que constituía el denominado «milagro griego», como dice Evans, «como si los griegos hubieran inventado de golpe la ciencia, además de la historia, la poesía y la democracia». Pero en 1900, el colega y sucesor de Epping, Franz Kugler, leyó algo inesperado en las tablillas babilónicas, cuyo verdadero alcance tardó muchas décadas en comprenderse.

Kugler, miembro de una familia de terratenientes de Königsbach, en Baviera, era un hombre fuerte, con un carácter resuelto y difícil. Tras estudiar también como alumno de Epping, fue nombrado profesor de Matemáticas en un colegio jesuita de los Países Bajos y aprendió por su cuenta la lengua acadia para poder seguir analizando los dibujos de Strassmaier, tarea que emprendió

en 1897, pocos años después de la muerte de Epping. Mantenía una relación tensa con Strassmaier y se quejaba de que las frecuentes sugerencias lingüísticas de su compañero no le servían para el análisis astronómico. También fue un crítico mordaz del «panbabilonismo», una escuela de pensamiento que surgió a finales del siglo XIX que afirmaba que la Biblia hebrea derivaba directamente de la cultura y la mitología babilónicas y que los babilonios habían desarrollado una astronomía muy sofisticada ya en el tercer milenio a. C.

Kugler elaboró muchos de los detalles de las teorías astronómicas que Epping había desenterrado y, al hacerlo, observó algo extraño en las relaciones periódicas que usaban los babilonios para calcular el comportamiento de la Luna.

Era la teoría más compleja de los sacerdotes. Para describir la Luna en su totalidad y predecir los importantes eclipses lunares, debían combinar varios ciclos lunares diferentes: las variaciones en la velocidad de la Luna (mes anomalístico), la progresión a través de sus fases (mes sinódico), y el tiempo que le llevaba viajar entre los «nodos» de la trayectoria solar (mes dracónico). Para ello, los babilonios usaban al final un ciclo de unos trescientos cincuenta años, del que derivaban la longitud media del mes sinódico, que era exactamente de 29,5306 días[8]. Kugler se dio cuenta de que los números de esta teoría eran *idénticos* a los que había empleado Hiparco. En otras palabras, Hiparco no los había derivado de la observación, sino que los había tomado prestados de los astrónomos babilónicos.

De hecho, en las últimas décadas se ha descubierto que muchos de los números sobre los que se basan las teorías de Hiparco, incluidas las relaciones periódicas de los planetas, proceden de las tablillas babilónicas. Los historiadores saben que los griegos adoptaron algunos aspectos de las matemáticas y la astronomía babilónicas, incluidos los signos zodiacales y el sistema numérico sexagesimal (que Hiparco fue uno de los primeros griegos en utilizar). A pesar de ello, los babilonios seguían siendo considerados como unos astrónomos primitivos, inferiores a los griegos de mente científica. El astrólogo francés George Bertin, por

ejemplo, respondiendo a los hallazgos que Epping y Strassmaier habían realizado en 1889, insistió en que a pesar de que los griegos habían adoptado parte de la terminología de los sacerdotes, los babilonios habían aprendido astronomía de los griegos: «Los babilonios no tardaron en descubrir la precisión de sus nuevos maestros científicos».

El descubrimiento de los números de Hiparco integrados en antiguos modelos babilonios dio un vuelco a esta visión, ya que demostraba que los ingredientes fundamentales de sus teorías procedían de las tablillas del santuario. Aún se siguen descubriendo pruebas. En 2017, unos investigadores australianos descubrieron una tabla trigonométrica en una tablilla babilónica del segundo milenio a. C.; quién sabe, tal vez Hiparco también se inspiró en los sacerdotes para inventar la trigonometría. La influencia que ejerció la astronomía babilónica en Hiparco fue tan amplia que algunos estudiosos piensan que debió de visitar el templo de Esagila y que colaboró con sus sacerdotes, copiando observaciones y ecuaciones de sus tablillas y traduciéndolas al griego. Incluso es posible que el contacto con los sacerdotes cambiara su enfoque. Después de las discusiones filosóficas sin fundamento a las que estaba habituado en su país, Hiparco debió quedarse «sorprendido», dice Evans, al descubrir que los babilonios predecían con exactitud las futuras posiciones del Sol, la Luna y los planetas en el cielo. No es de extrañar que intentara lograr la misma precisión para los modelos griegos.

De esta forma, Hiparco combatió con dos visiones opuestas del mundo. Las progresiones aritméticas babilónicas permitían efectuar predicciones precisas, pero no incluían las estructuras tridimensionales; los griegos, por su parte, tenían modelos geométricos, pero no números exactos. Ninguno de los dos enfoques podía ofrecer por sí solo una descripción completa del cielo. De su unión nació la ciencia de la astronomía.

Por supuesto, eso no fue todo lo que los babilonios contribuyeron a forjar. Desde un principio, la disciplina paralela de la astrología se entremezcló con la astronomía.

* * *

En septiembre de 1967, los arqueólogos franceses que excavaban en las inmediaciones de un santuario romano en Grand, en el noreste de Francia, encontraron fragmentos de marfil en el fondo de un antiguo pozo. Además de cerámica, joyas, huesos de fruta y zapatos, el equipo recuperó unas doscientas piezas de dos pares de tablillas de marfil, que habían sido destrozadas y desechadas alrededor del año 170 a. C. En su superficie aún se ven rastros de pan de oro y pintura de colores y están bellamente decoradas con un círculo de figuras talladas que hoy en día nos siguen pareciendo muy familiares: un cangrejo, un escorpión y dos peces con escamas: las tablillas se usaban para hacer horóscopos.

Antes de que Alejandro conquistara Babilonia, los griegos tenían muchas formas de predecir el futuro, como los sueños o los oráculos de templos, pero no leían el destino de las personas en el cielo. Sin la capacidad de calcular las posiciones del Sol, la Luna y las estrellas, era impensable hacer un horóscopo. Pero en algún momento del siglo II a. C., después de que se produjera el contacto con Babilonia, la pasión por la astrología se extendió por el mundo griego y romano. Si bien llegó a la totalidad del Imperio romano, fue especialmente popular en el Egipto grecorromano. En el techo de los templos egipcios empezaron a aparecer zodíacos elaborados y en los fragmentos de papiro que se encontraron en antiguos vertederos de basura había cientos de horóscopos garabateados, donde aparecían anotados detalles del cielo en el momento del nacimiento de una persona. James Evans sugiere que eran notas de astrólogos que resumían la información relativa a un cliente que se mostraría durante una consulta, en una pieza similar a las tablillas de Grand. De hecho, contienen retratos del Sol y la Luna tallados en el centro, rodeados de un círculo zodiacal. Alrededor de ellos hay treinta y seis decanos, los grupos de estrellas que los antiguos egipcios usaban para dividir el cielo.

En un fragmento del poema narrativo titulado *Romance de Alejandro* (una narración ficticia de la vida de Alejandro Magno que existe en varias versiones, originaria del siglo II a. C.) se

describe cómo se utilizaban este tipo de tablillas. La historia cuenta el viaje del último faraón de origen egipcio, Nectanebo II, a la corte macedonia tras haber sido derrotado por los persas, haciéndose pasar por astrólogo como parte de un elaborado plan cuyo objetivo es engañar a la reina Olimpia —que más tarde dará a luz a Alejandro— para que se acueste con él. Nectanebo dice a la reina que el horóscopo revela que un dios con cuernos de carnero la visitará durante la noche y, después, se disfraza como esta deidad. Durante la consulta, Nectanebo utiliza una «tabla principesca y costosa» realizada con marfil, ébano, oro y plata, y decorada como las tablillas de Grand. Abre un pequeño estuche de marfil y, con gran cuidado, saca unas piedras preciosas que representan los cuerpos celestiales —cristal para el Sol, zafiro para Venus, una piedra de color rojo sangre para Marte— y las coloca en la tabla para mostrar la posición que tenían en el cielo cuando nació la reina. Es probable que en la época grecorromana los clientes ricos realizaran ese tipo de consultas en los templos y santuarios, dice Evans. En los demás casos, los astrólogos callejeros debían de hacer los horóscopos en las plazas y los mercados, dibujando sus cartas en bandejas de arena o en el suelo.

A menudo se atribuye a los antiguos egipcios el origen de la astrología basada en las cartas astrales y en los signos del zodíaco, similar a la que conocemos hoy en día, muy popular en los sitios web *New Age* y en los libros de autoayuda. De hecho, los escritores clásicos afirman que la inventó un faraón del siglo VII a. C. llamado Nechepsos.

La astrología griega incorporó algunos elementos de la tradición egipcia —salvo los grupos de estrellas llamados decanos, que en un principio se utilizaban para dar la hora por la noche— y añadió ciertas características, como el «punto horóscopo», la parte de la eclíptica que se eleva en el momento de nacer y que da nombre a toda la carta. Pero, al igual que sucede en el caso de la astronomía matemática, los ingredientes fundamentales de la astrología occidental proceden de los sacerdotes de Marduk.

A partir de, aproximadamente, el año 400 a. C., los escribas babilónicos empezaron a diversificarse. En lugar de hacer solo

predicciones relativas al rey y al país, realizaban también pronósticos personales basados en la posición que ocupaban los cuerpos celestes en el momento del nacimiento. Epping y Kugler descifraron los primeros «horóscopos» babilónicos; en la actualidad se conocen unos cuantos. Uno de los primeros, que data del año 410 a. C., registra el nacimiento de un niño en la decimocuarta noche del mes de Nisannu, cuando Júpiter estaba en Piscis, Venus en Tauro, y la Luna se encontraba bajo el «cuerno» del escorpión (las estrellas de nuestra constelación Libra). «Te irán bien las cosas», dice la tablilla.

Las técnicas astronómicas de los babilonios hicieron posible la astrología griega, pero el estudio de los horóscopos fue también un inventivo fundamental para los astrónomos griegos. Hiparco escribió un tratado de astrología, que se ha perdido, del que el historiador Plinio el Viejo remarcó: «Nunca será bastante alabado, nadie ha hecho tanto para demostrar que el hombre está relacionado con las estrellas y que nuestras almas forman parte del cielo». Ptolomeo también lo defendió. Además del *Almagesto*, escribió una obra épica que tuvo una gran influencia, *Tetrabiblos*, en la que sintetizó los métodos astrológicos y trató de ordenarlos en un sistema lógico. Las cualidades personales «relativas a la razón y la mente se perciben gracias a la condición de Mercurio», escribió, «y las cualidades propias de la parte sensorial e irracional se descubren en la Luna». A diferencia de los babilonios, Ptolomeo no veía advertencias divinas en los signos celestes, sino que pensaba que, al igual que los «cambios humorales», el poder de las estrellas y los planetas podía tener efectos en la Tierra e influir en todo, desde el clima hasta la personalidad y la salud. Pero, además, intentó conseguir la precisión matemática, al menos en parte, porque quería leer los secretos humanos en las estrellas.

Pasaron más de mil años antes de que los eruditos de Europa occidental reemplazaran el sistema de Ptolomeo y elaboraran nuestra visión heliocéntrica del cielo. En 1543, Copérnico sugirió que el Sol, y no la Tierra, ocupaba el centro del cosmos, una teoría que sostuvo también Galileo, cuando apuntó su telescopio hacia el cielo y descubrió, por ejemplo, que, al igual que la Luna, Venus

tenía fases. Más tarde, en 1609, Johannes Kepler desterró los epiciclos y los ecuantes cuando se dio cuenta de que las órbitas celestes no eran circulares sino elípticas.

Los padres fundadores de la astronomía seguían teniendo profundamente arraigada en sus motivaciones y en su visión del mundo la idea de que las estrellas influían en nuestro destino. Galileo solía hacer predicciones astrológicas para clientes ricos y hacía el horóscopo a sus hijas ilegítimas. Kepler esperaba fortalecer y reformar la disciplina en lo que definió como «tirar la paja y quedarse con el grano». Desechó la idea de que inventos culturales como los nombres o los signos del zodíaco pudieran afectar a los acaecimientos terrenales. Pero creía firmemente que las diferentes cualidades de la luz de los distintos planetas podían afectar al clima y a la salud, y sugirió que, al igual que los seres humanos, la Tierra tiene un alma sensible a la armonía estelar.

En última instancia, sin embargo, la astrología era incompatible con la revolución científica. En 1641, el filósofo francés René Descartes se hizo famoso por separar la mente del cuerpo y la conciencia del mundo material, como parte de un inexorable cambio de rumbo en Occidente que solo aceptaba la causalidad física como explicación aceptable. Así pues, la astronomía y la astrología se vieron obligadas a emprender caminos separados: la primera para dar sentido a un universo basado en mediciones objetivas; la segunda para enfatizar las conexiones intangibles y el significado subjetivo. Solo podía haber un ganador. Al carecer de un mecanismo físico obvio que determinase la manera en que los cuerpos celestes distantes afectaban a nuestras vidas, la posición intelectual de la astrología se fue derrumbando poco a poco.

Mientras la astronomía científica se elevaba, la astrología fue abandonada «a trompicones», como dice Nicholas Campion, director del Centro Sofía para el Estudio de la Cosmología en la Cultura de la Universidad de Gales: «Un sistema dislocado de su cosmología». En opinión de muchos científicos, se trata de una amenaza que debe ser erradicada. En el Reino Unido, el famoso físico Brian Cox ha descrito la astrología como «un factor que

socava la estructura de nuestra civilización», mientras que el biólogo y escéptico Richard Dawkins se queja de que está «marchitando y abaratando el universo».

Pero, a pesar de (o tal vez a causa de ello) la falta de apoyo científico, el interés por los signos del zodíaco y los horóscopos persiste. De hecho, parece que la astrología está aumentando su credibilidad y popularidad, sobre todo entre los *millennials* que buscan orientación, escape e incluso ambigüedad en un mundo estresante y demasiado racional. La astronomía y la astrología pueden parecer completamente opuestas, incluso enemigas, pero, en cierto sentido, son gemelas, ya que reflejan dos lados esenciales de nuestra naturaleza y son fruto de un mismo deseo humano fundamental: ver patrones, orden y significado en el cielo.

* * *

En febrero del año 323 a. C., Alejandro se dirigió una vez más hacia Babilonia con su ejército. Entre los enviados de la ciudad se encontraba un sacerdote astrónomo, Bel-apla-iddina, quien le advirtió de que, según los presagios celestes, su vida corría peligro si entraba en la ciudad. Los detalles que ofrecen los diferentes escritores de la Antigüedad varían: uno de ellos cuenta que el sacerdote aconsejó a Alejandro que se aproximara a Babilonia mirando hacia el este, para no ver el sol poniente. Pero el terreno pantanoso era demasiado arduo para sus tropas, de manera que el rey dio media vuelta y llegó a la ciudad mirando hacia el oeste.

Una vez en Babilonia, Alejandro planeó sus próximas campañas militares: quería atacar Arabia en el sur y Cartago e Italia en el oeste. Varios escritores griegos y romanos cuentan que en mayo de ese mismo año, mientras el rey estaba ausente del trono —Diodoro dice que había ido a darse un masaje, Plutarco que estaba haciendo ejercicio— un prisionero que se había fugado entró en el palacio, se puso la corona y se sentó en el trono vacío. Los consejeros babilónicos de Alejandro le pidieron que lo hiciese matar. Los autores clásicos parecen desconcertados por el extraño suceso. Sin embargo, varios estudiosos recientes han sugerido que

los sacerdotes, preocupados por la vida de Alejandro, quizá intentaron representar el ritual del rey sustituto para salvarlo.

Al cabo de unas semanas, Alejandro asistió a una fiesta y después cayó gravemente enfermo. El único registro contemporáneo de lo que ocurrió después es un diario astronómico de la noche del 11 de junio del año 323 a. C. «El rey ha muerto», anotó el escriba. «Nubes».

Con solo treinta y tres años, la carrera de uno de los más grandes generales del mundo había terminado y el destino de la ciudad estaba sellado. Alejandro había convertido a Babilonia en su capital y estaba reconstruyendo el templo de Marduk y la torre de Etemenanki. Después de su muerte, el reino se dividió entre sus generales. Seleuco obtuvo Mesopotamia, construyó una nueva capital y obligó a los ciudadanos de Babilonia a trasladarse allí. Solo los sacerdotes permanecieron en la ciudad abandonada anotando diligentemente sus observaciones nocturnas.

La región fue conquistada más tarde, en el año 125 a. C., por los partos del actual Irán, y poco después se integró en el Imperio romano. En pocos siglos, Babilonia, como las grandes ciudades de Nínive y Uruk, quedaron enterradas bajo la arena, olvidadas hasta el siglo XIX, cuando Layard y Rassam llevaron a cabo sus hazañas. Fue el fin de la primera civilización de la humanidad, un auténtico florecimiento de ejércitos e imperios, templos y torres, mitos y magia, que pusieron muchos de los cimientos de nuestra sociedad actual. Su último aliento, las últimas tablillas cuneiformes que se hallaron, datan del siglo I d. C. Son almanaques astronómicos que predicen futuros acontecimientos celestes.

Según sabemos, el hombre reconoció las estrellas y siguió los ciclos anuales del Sol, la Luna y las estrellas hasta el Paleolítico. En el Neolítico empezó a dar forma a su cosmos construyendo monumentos que crearan y captaran ciertos momentos y efectos clave. Pero la capacidad de mantener registros escritos —y el sistema administrativo que la escritura sostenía— brindaba la posibilidad de ampliar enormemente ese control. En un esfuerzo que duró varios siglos, los babilonios transformaron un cielo errante y caprichoso, juguete de los dioses, en un universo

predecible y matemático.

A lo largo de la historia, muchas civilizaciones han desarrollado modelos matemáticos para describir el cielo. Los emperadores chinos emplearon equipos de astrónomos para elaborar mapas celestes y predecir acaecimientos como los eclipses. Los mayas, cuyos líderes estaban asociados a los cuerpos celestes, contaban ciclos que duraban millones de años. Pero, que sepamos, los escribas de *Enuma Anu Enlil* fueron los primeros que pasaron de un cosmos analógico a uno digital; los primeros que cambiaron la confusa complejidad de la realidad por la simplicidad y el poder de los números.

IV

Fe

El 28 de octubre del año 312 d. C., dos ejércitos se enfrentaron en las afueras de Roma. Dos cuñados, Majencio y Constantino, luchaban por el control del Imperio romano occidental, que se extendía desde Bretaña hasta el norte de África. Majencio conservó Roma, mientras Constantino cruzaba los Alpes desde la Galia. La víspera de la batalla montó un campamento a pocos kilómetros al norte de las murallas de la ciudad.

Lo que sucedió a Constantino ese día, que fue descrito por autores antiguos como Eusebio, obispo de Cesarea, ha adquirido carácter legendario como uno de los grandes puntos de inflexión de la historia. A eso del mediodía, el emperador hambriento de poder tuvo una aparición divina: vio una cruz llameante encima del sol con el siguiente mensaje: «Con este signo vencerás». Fue suficiente para que Constantino se convirtiera al cristianismo y ordenó que pintaran el signo —formado por las dos primeras letras griegas del nombre de Cristo, ji (X) y ro (P), superpuestas— en los escudos de sus soldados.

Entretanto, Majencio pidió la protección de Marte, el dios romano de la guerra. Conmocionado por las victorias militares de su rival, Majencio había hecho todo lo posible para detener el progreso de Constantino, desde celebrar rituales y sacrificios en los templos hasta leer las entrañas de los animales y los presagios en el cielo. Se preparó para resistir el asedio tras las murallas -inexpugnables de la capital, almacenando grano y destruyendo los arcos de piedra del Puente Milvio, el camino que iba a seguir Constantino a través del Tíber para entrar en Roma. Pero temía

que los ciudadanos no fueran leales; en las carreras de cuadrigas que se habían celebrado en el Circo Máximo el 27 de octubre la multitud había gritado el nombre de Constantino. Al día siguiente, después de consultar una recopilación de oráculos conocida como los Libros Sibilinos, Majencio decidió enfrentarse a su rival en una batalla abierta.

Dado que el puente no se podía utilizar, los hombres de Majencio cruzaron el Tíber a bordo de una plataforma que habían fabricado con barcos de madera y se encontraron con el ejército de Constantino a varios kilómetros al norte de su orilla. A pesar de ser numéricamente inferiores, las tropas atacantes hicieron retroceder a los hombres de Majencio.

Al carecer de una vía de escape, miles de soldados se vieron obligados a entrar en el río y se ahogaron, a tal punto que, según un relato, el agua apenas podía fluir entre los cuerpos amontonados. Majencio también pereció mientras trataba de huir, lastrado por su armadura. Constantino sacó su cuerpo del lodo y desfiló exhibiendo su cabeza cortada por las calles.

La victoria confirió a Constantino el control indiscutible de los territorios occidentales de Roma. Luchando bajo el símbolo de X - P, denominado el Crismón, más tarde se apoderó también de la parte oriental del imperio, desde Macedonia hasta Siria y Egipto. Después de varias generaciones de inestabilidad y guerra civil, logró unir el Imperio romano. Aunque el oeste cayó en un siglo o dos, a medida que la influencia política romana sobre su vasto territorio se iba desintegrando, el imperio oriental, gobernado desde la nueva capital, Constantinopla, perduró otros mil años.

El significado de la victoria de Constantino va mucho más allá de la geopolítica. A lo largo de su reinado, el emperador rompió con siglos de tradición religiosa y transformó la fe de una secta menor y perseguida, que había adoptado, en una iglesia dotada de gran poder. Su conversión allanó el camino para que el cristianismo erradicara a los antiguos dioses planetarios y se convirtiera en la religión imperante, no solo en Roma, sino en todo el mundo occidental. La batalla de Puente Milvio, por tanto, fue un momento decisivo en el choque aún mayor que se produjo en la

historia humana: el enfrentamiento entre el culto celeste de las primeras civilizaciones y las religiones monoteístas, preponderantes en la actualidad.

Para conmemorar su victoria sobre Majencio, Constantino construyó un enorme arco de piedra cerca del Coliseo de Roma. El monumento aún sigue en pie, cruzando la grandiosa avenida ceremonial que recorrían los emperadores cuando entraban triunfantes en la ciudad, y en él aparece una inscripción gigante, originalmente fundida en bronce, en la que Constantino atribuye su éxito a la «inspiración divina». Muchos historiadores han interpretado la frase como una referencia al momento épico de su conversión frente a la cruz en llamas que había visto en el cielo. Pero en los últimos años, otros estudiosos, como la historiadora de arte Elizabeth Marlowe, han señalado que entre las esculturas de mármol y los relieves que decoran el arco no hay símbolos cristianos.

Lo que sí aparece es el dios solar romano, Sol. En el lado oriental del arco, Sol asciende desde el océano en un carro tirado por cuatro caballos, equilibrado en el lado occidental por el descenso de Luna, la diosa lunar. Sol se puede ver además por todo el arco con un haz luminoso rodeando su cabeza —llamado corona radiante— y la mano derecha levantada; Constantino repite esa postura en varios lugares. Es más, Marlowe ha demostrado que el arco fue desviado a propósito de la avenida para que las multitudes que la transitaban pudieran ver a través de él la colosal estatua de bronce dedicada al astro solar. Lejos de afirmar el cristianismo de Constantino, la estudiosa asegura que «la deidad favorecida es, sin duda, Sol».

En otras palabras, la famosa conversión del emperador no es exactamente lo que parece. Como tampoco lo es la victoria del monoteísmo sobre los dioses del cielo.

* * *

La mayoría de las sociedades primitivas adoraban al cielo de alguna forma o asociaban a sus dioses con cuerpos celestes.

También había dioses terrenales, por supuesto, que representaban todo, desde los animales y los antepasados a los ríos y las cosechas. Pero en la gran mayoría de las religiones —en cualquier periodo histórico y en cualquier parte del mundo— los seres celestes juegan un papel relevante. La propia palabra *deidad* deriva de una raíz que significa 'brillar en el cielo'[1].

Según el historiador rumano del siglo XX Mircea Eliade, que estudió cientos de religiones de todo el mundo, la dimensión y el poder del cielo estimulan las experiencias espirituales. Por el mero hecho estar donde está, el cielo nos muestra lo pequeños que somos en el cosmos, al mismo tiempo que nos pone en contacto con la vasta e inmensa totalidad. «El cielo, dada su naturaleza de bóveda estrellada y región atmosférica, es rico en significado mitológico y religioso», escribió Eliade. «La "vida" atmosférica y meteorológica aparece como un mito eterno».

Algunos dioses del cielo se asocian a ciertos cuerpos celestes, como Marduk e Ishtar en Babilonia, o el dios solar egipcio, Ra. Otros son seres supremos y creadores que se han encarnado o que viven en el firmamento. La diosa Mawu, adorada en Benin, África Occidental, lleva el cielo azul a modo de velo y las nubes como vestido. Debata, conocida en Sumatra, emana rayos por la boca cuando la abre para sonreír. Qat, ser supremo de las islas Banks, en Melanesia, creó el amanecer cortando la oscuridad de la noche con un cuchillo de obsidiana roja. Pero la aparición de las tres grandes religiones monoteístas —el judaísmo, el cristianismo y el islam— hizo desaparecer la abundancia de personalidades celestes. Sus dramas divinos fueron reemplazados, para buena parte de la humanidad, por el concepto de un Dios único e inmutable.

Esta revolución comenzó en Canaán, una región de Palestina, situada entre el valle del Jordán y el mar Mediterráneo. Dominada por los egipcios durante buena parte de la Edad de Bronce tardía, en ella surgió el pueblo israelita alrededor del año 1250 a. C. Los textos y las pruebas arqueológicas sugieren que, en un principio, los israelitas adoraban a los cuerpos celestes en un panteón de dioses encabezado por Yahvé (vinculado por algunos estudiosos al Sol) y su esposa Asera (asociada a los árboles y, más tarde, a

Venus).

La región se dividió en dos reinos: Israel en el norte y Judá en el sur. Los asirios destruyeron Israel en el año 722 a. C. y mandaron al exilio a miles de sus habitantes; en el año 586 a. C., los babilonios hicieron lo mismo con Judá. Tras la caída de Israel, surgió en Judá un grupo religioso, radicado en Jerusalén, que reconoció a Yahvé como único creador del universo: una deidad que no podía ser representada y que prohibió la adoración a los demás dioses. Los estudios de los textos religiosos de la época sugieren que esta exclusividad fue, en un principio, una opinión minoritaria, pero que la pretensión de que solo se pudiera venerar a Yahvé se reforzó más tarde entre la población exiliada en Babilonia.

En el año 538 a. C., Babilonia fue a su vez conquistada por los persas, que ayudaron a los exiliados a volver a casa y a reconstruir el templo de Jerusalén. Con el apoyo de los persas, el grupo monoteísta logró dominar las instituciones religiosas judías, que recopilaron y editaron los documentos que luego pasaron a integrar la Biblia hebrea. Se ha sugerido que los persas fueron comprensivos porque reconocieron en la religión de los exiliados aspectos de su propio zoroastrismo, donde un dios creador supremo, Ahura Mazda, combatía al hostil Angra Mainyu. El judaísmo temprano recibió, sin duda, la influencia del zoroastrismo, en especial la concepción del cosmos como una lucha épica entre el bien y el mal.

Aunque los historiadores no tienen una idea clara de los acontecimientos, los estudiosos suelen coincidir en que la aparición de Yahvé entre los judíos en esa época está relacionada con sus experiencias de exilio y pérdida. Además, los exiliados vieron cómo los poderosos imperios de Asiria y Babilonia quedaban destruidos en el lapso de tiempo de una vida, como señala David Aberbach, profesor de Estudios Judíos de la Universidad McGill. Tal vez eso los llevó a considerar a los dioses materiales y a la identidad territorial como algo débil y transitorio y a decantarse por «un Dios abstracto e indestructible, en lugar de dioses de madera y piedra».

Todas las naciones afirmaban que su dios principal era el

supremo, pero esta nueva deidad era diferente. A diferencia del griego Zeus, por ejemplo, que a pesar de ser el dios más poderoso del universo debía aceptar límites a sus acciones y podía ser boicoteado por otros dioses, Yahvé era trascendente: no estaba dentro del cosmos, sino por encima de él, y no se sometía a sus reglas. Según Eliade, esta «noción del "poder" de Dios como única realidad absoluta fue el punto de partida de todo el pensamiento místico posterior y de la especulación sobre la libertad del hombre».

La idea era tan poderosa que estaba destinada a cambiar el rostro espiritual de la humanidad: más de la mitad de la población mundial pertenece ahora al judaísmo, al cristianismo o al islam. En un principio, Yahvé tuvo poca influencia fuera de Israel. Más tarde, en el siglo I d. C., surgió una secta judía liderada por un maestro de Nazaret llamado Jesucristo, que afirmaba ser el hijo de Dios. Conversos como el apóstol Pablo llevaron la historia de su muerte y resurrección a Roma. La fe tardó en arraigar; cuando Constantino, hijo de un alto oficial del ejército romano, nació en Naissus, la actual Serbia, en el año 272, la marea del cambio aún se estaba gestando en la orilla.

* * *

Constantino creció en lo que el historiador A. H. M. Jones describió como unos «malos tiempos». El dominio romano se había expandido rápidamente desde su llegada a los territorios griegos en el siglo II a. C. Quinientos años más tarde, el enorme e ingobernable imperio estaba al borde del colapso, amenazado por invasiones, guerras civiles, hambrunas y plagas, con ejércitos rivales que proclamaban nuevos emperadores a tal velocidad que era casi imposible llevar la cuenta.

La religión también cambiaba sin cesar. Los dioses romanos tradicionales se habían fusionado hacía ya tiempo con el panteón griego: el dios principal de Roma, Júpiter, se identificó con el griego Zeus, mientras que la diosa Afrodita adoptó los atributos de Venus, y la deidad solar griega Helios se asoció con el dios solar

romano, Sol. Estos dioses planetarios ocupaban una posición central en la vida diaria, no solo en lo tocante a los rituales religiosos y los sacrificios, sino también en el ámbito de la adivinación, ya que la astrología, importada de Babilonia, se había hecho popular en todo el mundo grecorromano.

En el primer siglo d. C., los planetas dominaban incluso en el calendario; basta ver, por ejemplo, la introducción de la semana de siete días —que, con toda probabilidad, nació también en Babilonia— que comenzaba con Saturno (sábado), seguido del Sol (domingo), la Luna (lunes), Marte, Mercurio, Júpiter y Venus[2]. Pero a medida que el Imperio romano iba creciendo, también lo hacía su panteón, ya que los romanos adoptaban alegremente a los dioses de las provincias que iban conquistando. La nueva fe del cristianismo tuvo que labrarse un lugar propio en una sociedad que ya estaba «repleta de deidades», como dijo un historiador, desde las diosas madres como Artemisa de Éfeso e Isis de Egipto (asociada a la estrella Sirio) hasta el dios solar persa, Mitra.

Para restablecer el orden fue necesaria la mano de hierro de Diocleciano, un antiguo comandante de la guardia imperial. Después de convertirse en emperador en el año 284, privilegió a los dioses tradicionales romanos y castigó a los cristianos que se negaban a adorarlos. También dividió el extenso imperio en dos partes, cada una gobernada por dos socios, uno de rango superior y otro inferior, en un sistema integrado por cuatro emperadores conocido como la tetrarquía. Diocleciano y Maximiano (padre de Majencio) gobernaron respectivamente el este y el oeste. Los dos se retiraron en el año 305; el padre de Constantino, Constancio, tomó el relevo de Maximiano, y cuando murió en Inglaterra al año siguiente, su ejército proclamó sucesor a Constantino. Pero el sistema de la tetrarquía atrajo a muchos aspirantes a los distintos tronos, incluido Majencio, de manera que, para poder ascender, Constantino tuvo que afrontar varias batallas y traiciones mientras sus rivales luchaban por el poder.

En el año 310 d. C, después de derrotar a Maximiano en Marsella, Constantino ordenó a su ejército que saliera del camino principal para visitar un santuario[3]. Allí, según un relato

contemporáneo, el emperador tuvo una visión divina en la que se le prometieron victorias militares y un largo reinado. Pero el portador del mensaje no era una cruz en llamas, sino el clásico dios Apolo, que a menudo se asociaba con el Sol.

Los líderes romanos solían insistir en que su poder provenía de Júpiter, una deidad cuyo origen era el antiguo dios del cielo indoeuropeo, Dyaus. Pero algunos aseguraban tener vínculos con una deidad solar suprema y se veían a sí mismos como una especie de cauce que reflejaba los rayos del Sol en la Tierra. Según Jonathan Bardill, autor de *Constantine, Divine Emperor of the Christian Golden Age*, se trata de una tradición que se remonta a los reyes ptolemaicos de habla griega que gobernaron Egipto después de Alejandro Magno, que también habían recibido la influencia de los antiguos faraones egipcios y del culto al dios solar, Ra. En el primer siglo a. C., Julio César lucía una corona radiante; su heredero, Augusto (el primer emperador de Roma), erigió el obelisco que había ordenado transportar desde Egipto a modo de reloj de sol gigante. En el siglo I d. C., Nerón levantó una estatua de bronce colosal en la que aparecía representado como el Sol.

Pocos de estos esfuerzos terminaron bien. En el año 218, cuando Marco Aurelio Antonino, un adolescente de Emesa, Siria, subió al trono gracias a una serie de relaciones familiares, era sacerdote de su templo local, donde adoraban al dios solar sirio, Elagabalus, representado por un gran meteorito en forma de cono. Marco Aurelio llevó la piedra a Roma y la adoró todos los días «vestido con túnicas de seda, tocado con una diadema alta y las mejillas pintadas de rojo y blanco». Murió asesinado cuatro años más tarde y su cuerpo mutilado fue arrastrado por las calles. Aureliano, que se convirtió en emperador en el año 270, tuvo un poco más de éxito cuando trató de reemplazar a Júpiter por el culto a Sol Invictus, el «Sol Invicto»[4]. La principal fiesta era el cumpleaños de Sol, el 25 de diciembre, unos días después del solsticio de invierno, cuando el Sol reanuda su viaje hacia el norte y los días empiezan a alargarse a medida que se acerca la primavera. Aureliano también murió asesinado cinco años después del inicio de su reinado, pero el culto a Sol Invictus le sobrevivió.

No está claro por qué Constantino optó por seguir la visión solar de sus desafortunados predecesores; tal vez pretendiera distanciarse de la religión tradicional dominante en la tetrarquía. Pero a partir del año 310 d. C., todas las casas de moneda de Constantino acuñaron monedas donde aparecía Sol, descrito como «compañero del emperador», en su pose característica: de pie, desnudo, con la mano derecha levantada y luciendo una corona resplandeciente. Cuando Constantino se propuso liberar Roma en el año 312, dice Bardill, «lo hizo con la protección del dios Sol».

Siendo así, ¿tuvo Constantino una segunda visión que lo convirtió al cristianismo? Algunos investigadores han sugerido que la «cruz en llamas» que Constantino supuestamente vio fue un efecto denominado «perro solar», que ocurre cuando los cristales de hielo de la atmósfera refractan la luz del Sol y este aparece en forma de cruz. Pero no es necesario que exista una explicación meteorológica. Los líderes romanos a menudo contaban sueños y visiones para animar a sus tropas o asegurarles el apoyo divino. Cuando Augusto entró en Roma tras el asesinato de César, por ejemplo, se dijo que se había formado un arco iris alrededor del Sol. La historia de la cruz de Constantino en el cielo es, con toda probabilidad, una nueva versión de la historia de Apolo, reinterpretada desde el punto de vista cristiano.

Sea lo que fuere, el caso es que Constantino cambió su política religiosa después de derrotar a Majencio. Los cristianos habían sido blanco de ataques desde los tiempos de Nerón, circunstancia que había culminado con la «gran persecución» de Diocleciano, en la que se encarceló o ejecutó a todos los que se negaron a hacer sacrificios a los dioses paganos. Constantino revirtió la situación en el año 313 d. C., al permitir que los habitantes del imperio veneraran a los dioses que quisieran. En 321 d. C., decretó que el día de culto cristiano (domingo) fuera un día oficial de descanso para los ciudadanos romanos y, después de obtener el control exclusivo del imperio en el año 324 d. C., comenzó a utilizar símbolos cristianos en sus monedas.

Retiró o reutilizó estatuas paganas y construyó una serie de importantes iglesias cristianas, incluida la iglesia del Santo

Sepulcro en Jerusalén, en el área donde supuestamente crucificaron a Jesús y sobre su tumba, que aún se considera el lugar más sagrado del cristianismo.

Constantino también procuró ayuda financiera a los cristianos y se involucró íntimamente en la administración de su iglesia. En mayo de 325, convocó a cientos de obispos procedentes de todo el imperio para celebrar el Concilio de Nicea I, que fue el primer intento de acordar una doctrina común para toda la cristiandad. El primer obispo e historiador cristiano Eusebio lo describe sentado en el centro de la gran sala, vestido de color púrpura y dorado, «como un mensajero celestial de Dios, luciendo ropas resplandecientes». Intimidó a los obispos que tomaron parte en los debates hasta alcanzar casi la unanimidad, contribuyendo de esta forma a construir una «Iglesia» católica[5] poderosa y unificada.

Sin embargo, esta historia convencional deriva en especial de los relatos de autores cristianos como Eusebio. Otras fuentes revelan que en ella hay algo más, al igual que en la visión de Constantino y en el arco de la victoria. Después de derrotar a Majencio, por ejemplo, Constantino siguió acuñando monedas con la imagen del dios Sol durante varios años, hasta, aproximadamente, el año 324. Y aunque los cristianos respetaban el domingo como día de descanso, en su decreto Constantino no se refería a él como «el día del Señor», como hacían ellos. Promulgó la ley «en veneración del Sol». En el año 330, en la nueva y supuestamente cristiana capital de Constantinopla, Constantino erigió una estatua gigantesca de sí mismo en lo alto de una columna de pórfido púrpura de treinta y siete metros de altura. En ella aparecía desnudo, con una corona radiante en la cabeza y mirando hacia el amanecer. La estatua fue derribada por unos fuertes vientos en 1106, pero las fuentes literarias conservan la inscripción: «Para Constantino, que brilla como el sol».

Así pues, Constantino no renunció a sus creencias solares. Pero ¿cómo pudo pertenecer a las dos religiones si el cristianismo prohíbe de forma expresa adorar a otros dioses? Sus cartas nos ofrecen algunas pistas. En ellas describe, por ejemplo, el poder salvífico de los «rayos más brillantes» de Dios y afirma que Dios

«mostró una luz pura» a través de su hijo. Historiadores como Bardill argumentan que Constantino nunca se convirtió al cristianismo, en lugar de eso se adhirió a las dos religiones y consideraba al Dios cristiano una especie de divinidad solar superior cuyos rayos Cristo había esparcido por la tierra. Al borrar de forma deliberada los límites entre las dos religiones, podía abrazar sus nuevas creencias sin verse obligado a renunciar a las antiguas.

No era el primero, desde luego. Durante siglos, los cristianos habían aprovechado el poder y el brillo de nuestra estrella.

* * *

En el Antiguo Testamento, el profeta Malaquías se refiere a la llegada del Mesías llamándolo «el sol de la justicia»; Cristo se describió más tarde como «la luz del mundo». Antes de que Jesús fuera crucificado, sus captores romanos se burlaron de él dándole una corona radiante hecha de espinas. Pero durante los dos primeros siglos, a medida que los cristianos del Imperio romano trataban de ganar adeptos y distinguirse de la fe judía de sus padres, fueron tomando prestados cada vez más rituales y adornos propios de la adoración solar.

En lugar de rezar en dirección a Jerusalén, como hacían los judíos, miraban al este, hacia el amanecer. Y en vez de guardar el Sabbath judío, trasladaron su día principal de culto al domingo, como prescribían los cultos paganos al Sol. En el siglo II, el autor cristiano Tertuliano negó que la elección de ese día tuviera algo que ver con sus connotaciones solares. Pero en tiempos de Constantino, Eusebio se alegró de poder reconocer un vínculo directo con el astro al explicar que «el nombre del día del Salvador deriva de la luz y el sol».

Las principales fiestas cristianas también se programaron en función de los movimientos solares. La Pascua, la celebración de la resurrección de Jesús, se basaba en un principio en la Pascua judía, descendiente directa de la fiesta del año nuevo babilónico, Akitu, y tenía lugar en la primera luna llena después del equinoccio de

primavera; bajo el gobierno de Constantino, los obispos del Concilio de Nicea I decidieron trasladar la Pascua al domingo siguiente. Por otra parte, desde —al menos— el siglo IV, el nacimiento de Jesús se celebraba el 25 de diciembre, el día del cumpleaños de Sol Invictus, que los paganos señalaban encendiendo velas y antorchas, y decorando pequeños árboles.

El resultado, dice la historiadora y escritora Marina Warner, fue que la vida de Cristo se identificó íntimamente con el ciclo anual del Sol; de hecho, su nacimiento todavía se celebra justo después del solsticio de invierno, cuando el Sol empieza a ascender hacia la primavera, y su regreso de entre los muertos tiene lugar justo después del equinoccio de primavera, cuando triunfa por fin sobre la oscuridad y los días son más largos que las noches. Otras imágenes cristianas reforzaron la metáfora. Ya en el primer siglo d. C., se consideraba que los doce apóstoles representaban los doce signos del zodíaco que el Sol atraviesa en su paso por el cielo.

Por otra parte, la Luna se relacionó primero con la Iglesia y después con la Virgen María. En su libro *Tú sola entre las mujeres: el mito y el culto de la Virgen María*, Warner señala que en las regiones donde el cristianismo se afianzó por primera vez, el Sol representaba una energía y un poder feroces. En cambio, la luz de la Luna, que era más delicada, se asociaba con el precioso rocío que humedecía, que alimentaba la vida. La autora explica que esto inspiró la idea de María como mediadora de la gracia de Dios, de la misma forma que la luz del Sol se refleja en el disco lunar. «Si el cristianismo no hubiera arraigado en el Sol oriental», dice Warner, «sus imágenes astrales podrían haber sido muy diferentes».

Usar el Sol como símbolo de Dios facilitó la difusión del cristianismo, porque los conversos no se veían obligados a renunciar a sus rituales y celebraciones familiares. Pero a la vez implicaba que, aunque los cristianos negaran rotundamente tener vínculos con el paganismo, hasta tal punto que muchos preferían morir a tener que hacer sacrificios a los dioses paganos, algunos aspectos de la adoración solar se incorporaron a su fe. Como dice la arqueóloga Jacquetta Hawkes: «Con la maliciosa ironía que tan a menudo se hace patente en la historia, mientras luchaban como

héroes en un frente, su posición era objeto de infiltraciones por el otro».

Constantino llevó esa fusión aún más lejos, llegando incluso a identificar a Cristo, no solo con el Sol, sino con él mismo. Al igual que Cristo, el emperador también propagó rayos divinos de luz por la tierra. En una descripción del siglo v de la estatua del Sol que había erigido en Constantinopla, se cuenta que incluso los cristianos de la ciudad hacían sacrificios a los pies del monumento: «La veneran con incienso y velas y la adoran como a un dios».

Tanto si fue intencional como si no, que Constantino decidiera seguir adorando al dios Sol fue un «golpe político maestro», ya que de esa manera tendió el puente que necesitaba para fusionar la adoración del cielo y el cristianismo, permitiendo que los paganos y los cristianos de su imperio se unificaran detrás de un gobernante y un dios solar supremo.

Esta combinación tuvo profundas consecuencias no solo para la imagen de Constantino, sino también para la forma en que los cristianos concibieron a su salvador. Las primeras representaciones conocidas de Jesús proceden de una casa privada que fue transformada en iglesia cristiana alrededor del año 235, en la ciudad de Dura-Europos, en la actual Siria. Consideradas como las únicas paredes de iglesia que quedan del periodo anterior al gobierno de Constantino, en ellas aparece una figura vestida con una simple túnica curando a un hombre paralizado, caminando sobre el agua o cuidando sus ovejas. En cambio, después de la época de Constantino las típicas representaciones católicas eran bastante diferentes. En la iglesia de Hosios David, construida en el siglo V en Tesalónica, por ejemplo, Cristo aparece sentado en un trono celestial hecho de arco iris, vestido con una túnica de color púrpura, con una aureola dorada y la mano derecha levantada.

Aunque en la actualidad aparece asociada al cristianismo, la aureola (un disco que se coloca detrás de la cabeza, llamado «nimbo») fue en su origen utilizada por cultos paganos como el mitraísmo para representar la naturaleza divina y el resplandor del dios Sol. Más tarde, Constantino se representó a sí mismo con una en el arco de la victoria de Roma; una primicia, tratándose de un

emperador romano. Después, los cristianos comenzaron a usar también los halos y de esta forma iniciaron una transformación que fue atribuyendo a Cristo cada vez más rasgos imperiales. Gracias a Constantino, el humilde maestro se convirtió en un emperador cósmico que gobernaba el universo con el resplandor del sol.

Esta imagen fue poderosa a lo largo de toda la Edad Media. Los estudiosos debaten si los cristianos que hicieron suya la aureola tenían intención de mostrar a su mesías como un emperador poderoso, o si, simplemente, pretendían poner de manifiesto el resplandor del sol. Sea como sea, la imagen se afianzó una vez adoptada, como dice el historiador de arte Thomas Mathews: «Se *convirtió* en lo que la gente imaginaba que era».

* * *

La adoración al Sol y a las estrellas no solo conformó las ideas sobre Jesucristo. También se encuentra en la raíz de las modernas creencias occidentales sobre el cielo y el destino de las almas humanas. En un libro infantil titulado *Mamá, ¿qué es el cielo?*, la autora y antigua primera dama de California, Maria Shriver, describe la vida después de la muerte como «un hermoso lugar donde puedes sentarte en unas nubes suaves […] cuando tu vida termina aquí en la tierra, Dios envía ángeles para que te lleven al cielo y puedas estar con él». Hoy en día, la idea de que después de morir nuestras almas incorpóreas flotan y viven con los ángeles en el cielo es popular entre muchos cristianos, pero habría sorprendido a los antiguos israelitas.

Según el historiador judío J. Edward Wright, los habitantes del antiguo Israel creían —como parecen haber hecho las sociedades paleolíticas y neolíticas— que el cosmos estaba dividido en tres niveles: una tierra plana con el inframundo debajo y el cielo encima. La Biblia hebrea (reproducida en el Antiguo Testamento cristiano) describe el cielo como una tienda de campaña o dosel que se extiende sobre la tierra, pero también como un sólido «firmamento», con el suelo de piedra y almacenes donde se guardan fenómenos meteorológicos como el viento, la nieve y el

granizo. Estas descripciones reproducen las imágenes de las ciudades y palacios terrenales: el cielo tiene puertas de entrada, por ejemplo, y una sala del trono central, desde la que Yahvé gobierna el universo rodeado por un consejo de santos.

Pero, al igual que los plebeyos no eran bienvenidos en el palacio real, ese cielo no estaba destinado a los hombres comunes. La Biblia hebrea no dice mucho sobre lo que sucede después de la muerte, señala la historiadora Diarmaid MacCulloch en su obra *Historia de la cristiandad*. Lo que sí sugiere es que «la vida humana llega a su fin y para todas las personas, excepto unas pocas excepcionales, eso es todo». Las sociedades vecinas tenían creencias similares. En el *Poema de Gilgamesh*, el posadero Siduri aconseja al héroe que deje de buscar la inmortalidad, porque los dioses se guardan la vida eterna para ellos. De forma similar, las epopeyas de Homero —nuestro primer registro literario del pensamiento griego, que data de alrededor del siglo VIII a. C.— no hablan de ningún paraíso reconocible para la gran mayoría de la gente. El verdadero «yo» era el cuerpo físico y, aunque se pensaba que el alma o *psique* sobrevivía después de la muerte en un submundo oscuro y polvoriento, en realidad era una mera sombra de la persona viva. En la *Odisea*, este destino horroriza al héroe Aquiles: «Nunca intentes reconciliarme con la muerte», le dice a Ulises, añadiendo que prefiere ser el sirviente de un pobre hombre en la tierra que «el señor de todos los muertos que han perecido».

Después del siglo VI a. C. esa visión cambió. Cuando los filósofos griegos rompieron con los relatos mitológicos y buscaron explicaciones físicas del cosmos, sus modelos también alimentaron las creencias religiosas, no solo en Grecia sino también en Oriente Próximo. En el capítulo III vimos que Aristóteles estableció un sistema de esferas celestiales concéntricas que transportaban el Sol, la Luna y los planetas alrededor de la Tierra; esta idea inspiró los «siete cielos» que se describen en numerosos textos judíos y cristianos (y más tarde islámicos). Pero, en un cambio anterior y aún más fundamental, el maestro de Aristóteles, Platón, revolucionó las ideas sobre el alma.

Una de las enseñanzas más famosas de Platón, escrita en el

siglo IV a. C., es la historia que aparece en el diálogo *La República*, en la que unos prisioneros son encadenados en el interior de una caverna frente a una pared, de manera que lo único que pueden ver son sombras en la roca. Los cautivos creen que las sombras representan cosas reales, pero en realidad solo son reflejos de la realidad que existe en la luz, fuera de la cueva. Platón afirmó asimismo que las cosas materiales que percibimos en nuestras vidas y consideramos reales son meros reflejos de las ideas inalterables o «formas» que subyacen tras ellas. En su filosofía la materia es secundaria a la conciencia y los objetos físicos derivan de las ideas.

Así pues, no es sorprendente que Platón pensara que las almas son más importantes que los cuerpos. En otro diálogo, *Timeo*, uno de sus personajes describe a un dios benevolente que ordenó el caos cósmico en un sistema de esferas celestiales, creando primero su alma, y solo después su forma física. Platón sugirió que los humanos también tienen almas inmortales que se originan en el reino divino de las estrellas. Cada alma desciende a través de las esferas planetarias hacia la tierra, donde se une a un cuerpo físico al nacer. Cuando morimos, nuestra alma se libera de ese cuerpo y se reencarna o, si somos lo suficientemente virtuosos, asciende a través de las esferas para volver al lugar que ocupaba en las estrellas. «Debemos volar de la tierra al cielo tan rápido como podamos», escribió, «y volar es volverse como Dios». (El pintor Vincent van Gogh se hizo eco de esa idea en una carta que escribió a su hermano en 1888: «Al igual que subimos al tren para ir a Tarascón o Ruan, aceptamos la muerte para viajar a una estrella»).

Cada uno de nosotros tiene en su interior una chispa divina, nuestro cuerpo frágil y mortal alberga un alma perfecta que puede subir al cielo y vivir eternamente entre las estrellas. Es una idea extraordinaria e inspiradora. ¿De dónde se la sacó Platón? La historia llevaba miles de años oculta.

* * *

En el confín del desierto egipcio, al sur de El Cairo, cerca del pueblo de Saqqara, hay un conjunto de pirámides medio derruidas.

Forman parte de un vasto cementerio real de la antigua capital de Memphis y son más pequeñas, y en su mayoría más recientes, que las famosas pirámides de la cercana Giza. Fueron construidas con bloques de piedra caliza (robados hace mucho tiempo) alrededor de un núcleo de escombros. Si en el pasado tenían más de cincuenta metros de altura, ahora parecen unas colinas bajas y desmoronadas.

El 4 de enero de 1881, dos hermanos procedentes de Berlín —Heinrich y Émile Brugsch— visitaron los montones de escombros con la esperanza de poder explorar las cámaras subterráneas que había debajo. El antiguo pasadizo de entrada a la primera pirámide por el que intentaron acceder estaba sellado con una pesada trampilla de granito, de manera que tuvieron que contener el aliento y meter la tripa para pasar a través de un estrecho túnel que habían realizado los saqueadores hacía varios siglos. A Heinrich le aterrorizaba que las enormes piedras en ruinas, suspendidas de forma precaria encima de ellos, se desprendieran y los aplastaran, pero al final cayeron ilesos en un corredor subterráneo. «¡Qué sorpresa me esperaba, qué recompensa a mis esfuerzos!» escribió. «Dondequiera que mirara, a derecha e izquierda, las lisas paredes de piedra caliza estaban cubiertas de un sinfín de textos».

Los jeroglíficos habían sido hábilmente tallados y dispuestos en columnas. Agachándose, los dos hermanos pasaron por encima de los montones de piedras y cantos rodados, treparon por el pasillo y salieron a una cámara más amplia, con el techo de piedra caliza pintado de negro y salpicado de estrellas blancas de cinco puntas. Las paredes también estaban cubiertas de jeroglíficos. A la tenue luz de las velas, se leía una y otra vez el mismo nombre: Merenra, el amado del sol.

Durante el siglo XIX, las potencias coloniales rastreaban entusiasmadas Egipto —y también la zona de Mesopotamia— buscando antiguos tesoros. Cerca de Luxor, en el sur, los exploradores europeos estaban abriendo tumbas reales excavadas en los acantilados del Valle de los Reyes. Aunque la casi totalidad de ellas habían sido saqueadas, el arte y las inscripciones pintadas

en las paredes proporcionaban una información de inestimable valor sobre la historia de la misteriosa civilización. Por desgracia, en las cámaras de las pirámides de Giza, que eran mucho más antiguas, no había nada.

Auguste Mariette, el anciano francés que estaba a cargo del departamento de antigüedades de Egipto, llegó a la convicción de que todas las pirámides eran «mudas». Ni siquiera valía la pena tomarse la molestia de abrir las más pequeñas, declaró. Pero el gobierno francés no estaba de acuerdo, así que, en el verano de 1880, un equipo de trabajadores locales entró en una de las pirámides de Saqqara y al salir contó que había encontrado jeroglíficos en el interior. Mariette se negó a creerlo, insistiendo en que debían de haber entrado en la tumba de un noble por error. Pero en diciembre de ese mismo año, mientras estaba gravemente enfermo en El Cairo, recibió la noticia del hallazgo de una segunda pirámide que, por lo visto, estaba llena de textos. Dado que su salud empeoraba de un día para otro, envió a sus antiguos compañeros, los hermanos Brugsch, para que verificaran el hallazgo.

De esa manera, en la mañana del 4 de enero, Heinrich y Émile subieron a un tren en El Cairo, rumbo al sur, y, tras un viaje de dos horas en burro, llegaron a la pirámide recién abierta. Al oeste de la sala tachonada de estrellas había otra cámara con las paredes cubiertas de columnas decoradas con ricas inscripciones. En la esquina se veía un sarcófago de granito con manchas rojas y una tapa posterior de empuje. En él había más jeroglíficos tallados, que Heinrich tradujo a grandes rasgos: «El gran dios y señor de la zona luminosa, que vive como el sol».

En el suelo, junto al ataúd, yacía el cuerpo embalsamado de un joven. La momia había sido envuelta en lino fino, pero los saqueadores le habían arrancado las vendas y a su alrededor había jirones esparcidos como telarañas. El cuerpo había sido despojado de los amuletos y las joyas, pero gracias a la pericia de los embalsamadores, aún se podían reconocer las delicadas facciones de la momia, de manera que Heinrich dedujo que se trataba del dueño de la pirámide, el rey Merenra. Los hermanos decidieron

llevar el faraón de 4000 años de edad a Mariette esa misma noche. «Tal vez, me dije, mi amigo sentirá un último placer antes de morir pudiendo ver con sus propios ojos la momia de uno de los reyes más antiguos de Egipto y del mundo», escribió Heinrich. Así pues, metieron la momia en un ataúd de madera, ataron este a un burro para viajar durante dos horas hasta la estación y luego lo metieron en el vagón de equipajes del tren que iba a llevarlos a El Cairo. Al sorprendido guardia le dijeron que acompañaban a un alcalde de Saqqara embalsamado. Un daño en los rieles obligó al tren a detenerse en las inmediaciones de la ciudad, de manera que, al ponerse el sol, tuvieron que caminar los últimos kilómetros. «Para aligerar la carga, abandonamos el ataúd y sujetamos a su Majestad muerta por la cabeza y los pies», recordó Brugsch. «Entonces el faraón se rompió por el medio y cada uno de nosotros se puso bajo el brazo la mitad que le correspondía». Por fin, entregaron la momia a Mariette (quien, según dicen, se horrorizó al ver al maltrecho rey) pocos días antes de su muerte.

Pero el hallazgo más importante no fue la momia, sino los «Textos de la Pirámide» recién descubiertos, como los llamó Brugsch. En otras diez pirámides de Saqqara pertenecientes a reyes y reinas de las dinastías quinta y sexta, que datan de los siglos XXIV y XXIII a. C., se han hallado inscripciones similares. A pesar de que no contienen detalles históricos, constituyen la fuente de información más antigua y extensa de que disponemos sobre las creencias religiosas egipcias. Muestran cómo Egipto se diferenciaba de otras civilizaciones del Antiguo Oriente Próximo que sostenían que el cielo era un lugar exclusivo para los dioses.

La visión cosmológica de los egipcios era compleja y estaba llena de metáforas mezcladas. Esta cultura imaginaba el cielo como un océano que el dios solar, Ra, atravesaba a bordo de su barcaza celestial, pero también como el vientre de un enorme halcón o de la diosa Nut, ya fuera en forma de vaca o de mujer, arqueada sobre el dios de la tierra, Geb, apoyada sobre las manos y los pies, comiéndose los cuerpos celestes cada noche para volver a darlos a luz por la mañana. La vida era un ciclo diario, que giraba en torno a la muerte y la resurrección reiteradas de Ra. Al atardecer, Ra

moría y pasaba al inframundo, que estaba bajo la tierra. Durante la noche, se fundía con el cuerpo de Osiris, representado como una momia que yacía en lo profundo del inframundo. Mediante esta unión, recibía el poder de la nueva vida y al amanecer renacía.

Las pirámides se erigieron para que los faraones pudieran reproducir este viaje. Se construyeron de piedra para que duraran eternamente, dice el egiptólogo John Taylor, «y no para que fueran un lugar de descanso para el cadáver, sino el punto de conexión entre el mundo de los vivos y el de los muertos resucitados». Se trata de una misteriosa evocación de las teorías sobre los monumentos neolíticos como Stonehenge, que se usaban casi al mismo tiempo. Los egipcios creían que el alma del faraón se unía cada noche con su cuerpo físico —la momia que yacía en la tumba — para renacer al día siguiente, como el sol, y los Textos de las Pirámides eran una recopilación de hechizos y conjuros para facilitar el proceso. De hecho, describen varias etapas que culminan cuando el rey se levanta con el sol y ocupa su lugar entre las estrellas. «Remo en el cielo a bordo de tu barca, sol», reza una inscripción, mientras que otra dice: «Se ha trazado un sendero hacia el cielo para mí, para que pueda subir por él hasta allí».

Las cámaras de la pirámide de Saqqara fueron dispuestas para reproducir este recorrido diario, en el que el rey resucitado salía de la cámara funeraria en dirección al este, hacia el sol naciente. El corredor de salida doblaba después hacia el norte, quizá para apuntar a las estrellas circumpolares, que giran alrededor del polo celeste norte. Los egipcios asociaron estas constelaciones con la inmortalidad y las llamaron las «estrellas imperecederas», porque nunca se fijan. Los Textos de las Pirámides las mencionan en varios lugares como el destino final del rey fallecido, aunque también se destacan otras estrellas, incluidas el Cinturón de Orión (asociado con Osiris), Sirio (la diosa Isis) y las estrellas Solitaria y Matutina (identificadas con el planeta Venus, que aparece como una estrella solitaria y brillante al amanecer y al atardecer).

Aunque las pirámides de Giza, más grandes y antiguas, no tienen inscripciones, es posible que las creencias de los reyes que las construyeron fueran similares. Se piensa que, cuando se

escribieron, los Textos de las Pirámides ya eran antiguos. Además, las tres pirámides principales de Giza están orientadas hacia el norte, hacia el polo celeste. La más antigua y mayor de ellas, la pirámide de Keops, que fue construida en el siglo XXVI a. C., tiene una desviación de un vigésimo de grado. Una «precisión maníaca», afirma el astrofísico y arqueoastrónomo italiano Giulio Magli, quien, tras estudiar la pirámide, habla con vehemencia de un «interés obsesivo por las estrellas circumpolares». Esta pirámide también tiene pozos internos que van de norte a sur desde la cámara mortuoria principal. Los astrónomos han calculado que en el momento en que se construyó el monumento, los dos ejes apuntaban con exactitud hacia las estrellas circumpolares y hacia el punto más alto del ascenso de Osiris (Cinturón de Orión). Quizá eran «caminos simbólicos para impulsar el alma del rey hacia el cielo, apunta Magli.

Los Textos de las Pirámides, sugiere Magli, solo estaban a disposición del rey y su familia, que tenían sus propios monumentos. Varios siglos más tarde, sin embargo, se escribieron unos conjuros similares en el interior de los ataúdes y en los papiros de personas que no formaban parte de la realeza. Por lo visto, el Libro de los Muertos, que apareció alrededor del año 1600 a. C., era de uso común e incluía fórmulas mágicas con la intención de ayudar a su propietario a superar una prueba en la que se pesaba su corazón para juzgar si merecía o no entrar en el cielo. Los egipcios no inventaron la existencia de un reino divino celeste —que parece ser una creencia casi universal—, pero, que sepamos, fueron los primeros en considerarlo el destino final de las almas humanas virtuosas.

Las creencias egipcias se consideran a menudo un callejón sin salida histórico: una religión perdida, fascinante pero casi irrelevante para los conceptos actuales sobre la vida después de la muerte. Sin embargo, el historiador Nicholas Campion asegura que todo empezó allí; que, con toda probabilidad, fueron los egipcios los que inspiraron el concepto griego de alma inmortal. Campion señala que el autor griego Herodoto dijo que los egipcios fueron «el primer pueblo que propuso la doctrina de la inmortalidad del

alma». Si bien esto no prueba nada —Herodoto se equivocó en muchas cosas—, el vínculo es plausible. En el siglo VI a. C., Grecia y Egipto quedaron bajo el dominio común de los persas y esto brindó a los filósofos griegos la posibilidad de mezclarse con los sacerdotes egipcios. Las antiguas biografías del matemático y filósofo Pitágoras —quien, según se cree, fue uno de los primeros en proponer en Grecia la idea de un alma inmortal y que influyó mucho en Platón— afirman que este estudió en los templos de Egipto antes de abrir una escuela en el sur de Italia.

Los egipcios suelen quedar relegados en la historia de la astronomía; desde el punto de vista científico no estaban ni de lejos tan avanzados como sus vecinos de Mesopotamia. Sin embargo, dice Campion, fueron fundamentales para el desarrollo de las ideas cosmológicas occidentales. Mientras que los babilonios proporcionaron las matemáticas, dice, la contribución egipcia fue metafísica: «la inclusión del alma». Gracias a Pitágoras y Platón, la idea de que nuestras almas pertenecen a las estrellas se hizo popular en todo el mundo griego y luego en el romano, incluida la creencia de que la contemplación del cosmos nos acerca a dios. «Observa el movimiento de las estrellas como si estuvieras siguiendo su curso», aconsejó el emperador romano del siglo II Marco Aurelio. «Esas fantasías borran la suciedad de la vida en el suelo». Las ideas de Platón también contribuyeron a la aparición de toda una serie de cultos mistéricos, que seguían siendo populares en tiempos de Constantino, como el gnosticismo, el hermetismo y el mitraísmo. Todos prometían la transmisión de un conocimiento secreto sobre la manera de preparar el alma para su viaje a los reinos celestiales. A diferencia del dios judío, que era apasionado e intervencionista, estas religiones adoraban al «único», una deidad inmutable e inmaterial que irradiaba conocimiento y luz.

Los conceptos platónicos se filtraron en el judaísmo. La idea de que los fieles podían confiar en reunirse con Dios en el cielo se insinúa en la Biblia hebrea dos veces, pero solo en libros posteriores. El Eclesiastés, que se compuso durante el período persa, no acaba de aceptarla y, de hecho, en él se pregunta: «¿Quién sabe si el aliento de vida del hombre sube?». Pero el Libro

de Daniel, que se escribió después de las conquistas de Alejandro Magno, se inclina a su favor: «Los sabios brillarán como el fulgor del firmamento y los que enseñaron a muchos la justicia, como las estrellas por toda la eternidad». Siglos más tarde, el islam heredó ideas similares sobre la vida eterna en el cielo.

Pero donde más influyó Platón fue, sin embargo, en el cristianismo recién nacido. «Cuando los cristianos comenzaron a elaborar su propia literatura, a sus escritores les pareció completamente natural hablar del alma individual y la resurrección», dice MacCulloch, «y esto se convirtió en la base de la preocupación cristiana por el más allá que a veces ha rayado en la obsesión».

* * *

Poco después de la Pascua del año 337, mientras se preparaba para invadir Persia, Constantino cayó enfermo. Visitó un balneario en la ciudad de su madre, Helenópolis, y luego, demasiado grave para regresar a Constantinopla, viajó a la cercana Nicomedia, donde convocó a un grupo de obispos. Cambió su vestido real de color púrpura por una túnica blanca y, por fin, recibió el bautismo, pocos días antes de morir.

Su cuerpo fue transportado a casa en un ataúd de oro y colocado en la iglesia de los Santos Apóstoles, suntuosamente decorada, donde lo esperaba un sarcófago. La caja estaba rodeada de doce tumbas vacías, destinadas a albergar los restos de los discípulos de Jesús[6]. Algunos historiadores interpretan este hecho como, quizá, la indicación más clara de que Constantino se equiparó realmente con Cristo. Otros han sugerido que como los apóstoles simbolizaban a los doce signos del zodíaco, el emperador pretendía aparecer como el sol. La moneda oficial de Constantino, acuñada poco después de su muerte, lo mostraba ascendiendo al cielo como el dios Sol, en un carro tirado por cuatro caballos y con una corona radiante.

Lo más probable es que fueran las dos cosas a la vez. Constantino fijó el cristianismo en la historia como una fuerza

global importante; los estudiosos coinciden en que aseguró el futuro de la Iglesia católica y a él se debe en buena medida el alcance que esta religión tiene hoy en día en todo el mundo. Pero, para hacerlo, incorporó a la fe la imagen de su divino y radiante Sol. Su historia refleja las ambigüedades religiosas más amplias de su época, durante la cual la variable fortuna de los imperios rivales unió visiones del mundo opuestas sobre la naturaleza del universo y sobre el lugar que ocupamos en él. En muchos casos, el monoteísmo no erradicó las antiguas creencias sobre los dioses celestes, sino que las asimiló y las adaptó. Conceptos cristianos como el cielo, el alma y la vida eterna después de la muerte se fueron entretejiendo a lo largo de los siglos con los antiguos y multicolores hilos de Egipto, Persia, Israel, Grecia o Roma, entre otros.

Aunque no en todos los casos. En el siglo XVIII, el escritor político Thomas Paine, conocido entre otras cosas por sus ardientes ataques a la religión (volveremos a hablar de él en el capítulo VIII), describió el cristianismo como «una parodia del culto al sol, en la que el astro es sustituido por un hombre al que llaman Cristo y al que rinden la misma veneración que antes dedicaban al sol». Es cierto que los primeros cristianos adoptaron símbolos y rituales de ese culto rival, pero entre las dos creencias hay una diferencia fundamental que la crítica de Paine no reconoce, un aspecto del pensamiento de Platón que la corriente principal del cristianismo al final no aceptó.

El creador de Platón existió en el universo y moldeó las esferas celestes con el material que tenía a su disposición. «Del desorden al orden», escribió Platón en el *Timeo*, dando forma a un mundo que era, «en la medida de lo posible, un todo perfecto de partes perfectas». Por el contrario, los judíos creían en un Dios trascendente que se encontraba por encima y más allá del cosmos y que creó el mundo de la nada. «El cielo es mi trono, y la tierra el estrado de mis pies», dice el libro de Isaías en la Biblia hebrea.

En general, los cristianos se aferraron a este último punto de vista. A Eusebio, por ejemplo, le gustaba comparar a Constantino con el sol: «Como el sol, que transmite con generosidad sus rayos

de luz a todos, Constantino sale al amanecer del palacio imperial y, ascendiendo como si acompañara la luz celestial, imparte los rayos de su benevolencia a todos los que acuden ante él», escribió. Pero al mismo tiempo dejó claro que el sol no es un ser divino en sí mismo, sino solo parte de la creación de Dios. Puede que Constantino fuera leal al dios Sol, pero para Eusebio el último objeto de adoración estaba fuera del universo. El apoyo del emperador al cristianismo significaba que los hombres ya no debían» mirar asombrados al Sol, la Luna o las estrellas ni atribuirles milagros, sino reconocer al que se encontraba por encima de ellos, el invencible e imperceptible Creador universal, al que habían aprendido a adorar en exclusiva».

Esa es la posición que aún mantiene la Iglesia católica. Guy Consolmagno, astrónomo jefe del Observatorio Vaticano, lo expresó en 2013 con absoluta claridad: «El Dios en el que creo no pertenece al universo, sino que existía antes de que comenzara el universo; no es parte de la naturaleza, sino sobrenatural». Esta creencia permite la existencia de un Dios todopoderoso, que no se somete a las reglas ni a los recursos existentes en el universo. Pero eso no es todo. También tiene profundas consecuencias para el cosmos. El cosmos de Platón era una criatura viva e inteligente, divina por derecho propio, con un alma propia que se abarcaba toda la realidad. En consecuencia, todo lo que se encontraba dentro del universo compartía esa alma: de los animales y las personas, con nuestros cuerpos mortales, a las estrellas, a las que Platón describió como «animales divinos y eternos». En gran parte gracias a él, esas creencias eran comunes en el mundo clásico. Cinco siglos más tarde, el historiador romano Plinio el Viejo describió al sol como «el alma o la mente del mundo entero». Las sociedades anteriores con dioses celestes, como los egipcios y los mesopotámicos, también habían concebido el universo como un sistema vivo interconectado, al margen de cuáles fueran sus opiniones sobre el destino *post mortem* de los seres humanos. Al convertir al Sol, la Luna y los planetas en dioses, en realidad estaban adorando al cosmos.

Así pues, el alcance de la conversión al monoteísmo no se

limita a la reducción de muchos dioses a uno solo. Es una auténtica transformación del tipo de universo en el que vivimos. El teólogo del siglo V, Agustín de Hipona, cimentó la corriente principal de la visión cristiana. Sentía un gran respeto por Platón: «Nadie está más cerca de nosotros [los cristianos] que los platónicos», escribió. Pero rechazó la idea de un cosmos impregnado del alma de Dios. «¿Quién no puede ver las consecuencias impías e irreligiosas que derivan de ello, como que al pisotear algo se pisotea una parte de Dios, y al matar un ser viviente se mata una parte de Dios?». En efecto, dice Campion, Agustín «rechazó la noción del universo como criatura viviente. En lugar de eso, ciertas partes del mundo ya no estaban vivas y se distinguían de las que sí lo estaban».

No estoy segura de que Constantino lo viera de esa manera. En cualquier caso, su conversión marcó el momento, al menos para la civilización occidental, en que la humanidad rechazó el concepto de cosmos como un ser vivo y divino, como todo lo existente, y lo convirtió en el producto de un creador independiente. Si en el pasado el movimiento de los cuerpos celestes había determinado el destino de la humanidad y las estrellas habían albergado a los dioses, en ese instante el hombre dejó de ocupar el centro de un universo que lo abarcaba todo. A partir de entonces iba a poder imaginarse saliendo de él y mirando hacia abajo.

Nuestras creencias religiosas siguen impregnadas de la influencia del Sol, la Luna y las estrellas, pero entonces se rompió un vínculo más con el cosmos.

V

Tiempo

En los archivos de la biblioteca Bodleiana de la Universidad de Oxford hay un pequeño libro inusualmente grueso. Conocido simplemente como *MS Ashmole 1796*, tiene unas doscientas páginas de piel de becerro encuadernadas con unas tablas de madera revestidas de cuero. Escrito en el siglo XIV, sus letras negras y cuadradas están adornadas con capiteles pintados e intercaladas con unos nítidos diagramas que representan unas complejas composiciones mecánicas de ejes y ruedas.

El libro fue legado a la universidad en el siglo XVII por el coleccionista y apasionado de astrología Elias Ashmole, pero nadie lo estudió durante cientos de años. En 1965, un historiador de astronomía de Oxford, John North, tradujo por fin el texto latino y una nota al margen, *Hic est liber sancti Albani*, que significa: «Este es un libro de san Albano». North se dio cuenta de que en sus páginas había algo especial: la descripción de un espectacular invento al que un monje llamado Richard de Wallingford, abad del monasterio de San Albano entre los años 1327 y 1335, había dedicado buena parte de su vida.

El invento era un colosal reloj, instalado en lo alto del ventanal sur de la iglesia de la abadía. Pero el artilugio de Richard no era un cronómetro ordinario, sino un sofisticado modelo del cosmos que se movía solo, único en el momento de su fabricación y tan adelantado a su tiempo que cuando el bibliotecario y especialista en antigüedades John Leland lo vio dos siglos más tarde, en 1534, lo describió como una maravilla sin par en toda Europa. El reloj mostraba el funcionamiento del universo, dijo

Leland, de los océanos al cielo: «Es posible observar el curso del Sol, la Luna o las estrellas fijas, o contemplar la subida y la bajada del mar».

El reloj se extravió, de manera que a los historiadores modernos que leían esas palabras les resultaba difícil comprender qué había visto Leland en realidad, hasta que North comprendió en la biblioteca Bodleiana que tenía ante sus ojos las instrucciones de Wallingford para construir la máquina. Los secretos que descubrió no solo revelan que se trataba de un invento asombroso, sino también de un momento crucial en la historia de la humanidad.

Así pues, este capítulo explica por qué y de qué manera los monjes de la Europa medieval persiguieron el tiempo, y cómo transformaron a la humanidad al hacerlo. Como veremos, los esfuerzos que realizaron para observar los ciclos diarios con mayor precisión dieron, por fin, sus frutos, al margen de cuales fueran sus sueños más exaltados. Pero a la vez destruyeron lo que perseguían. Hasta ese momento histórico, el tiempo era una señal del orden cósmico divino, como podemos apreciar en los movimientos cíclicos del Sol, la Luna y las estrellas. La invención de los relojes mecánicos desencadenó un tipo de tiempo muy diferente, lo suficientemente poderoso como para debilitar el vínculo que nos unía tanto a Dios como al universo, y estableció las bases de una nueva forma de vida.

* * *

Richard nació en 1291 o 1292, hijo de un herrero, en la ciudad de Wallingford, Berkshire, a unos ochenta kilómetros al oeste de Londres. Su padre murió cuando tenía diez años, y poco después fue adoptado por el superior del priorato benedictino local, «a causa de su soledad, su aptitud y porque era una gran promesa». Más tarde, el prior pagó para que estudiara en la cercana Universidad de Oxford, donde por lo visto descuidó la Teología para concentrarse en la Astronomía y las Matemáticas.

La orden benedictina (cuyos miembros recibieron el apodo de «monjes negros» por el color de sus hábitos) era popular en toda

Europa. En 1314, a la edad de veintidós años, Richard viajó a la abadía de San Albano e hizo los votos para convertirse en monje, probablemente porque necesitaba el apoyo financiero del abad para sus estudios. Fundado en el siglo VIII[1], San Albano era una de las abadías más poderosas de Inglaterra, propietaria de grandes extensiones de terreno y de una iglesia enorme, con una nave de ochenta y cinco metros de longitud que, según se dice, era la más larga del mundo cristiano.

Después de ser ordenado sacerdote en 1317, Richard volvió a Oxford, donde estudió durante nueve años más y escribió varios tratados relevantes. En uno de ellos describía la invención de un instrumento astronómico llamado *albión*, una serie de discos metálicos con los que se podían calcular las posiciones de los planetas en el cielo. Otro versaba sobre astrología; influido por el *Tetrabiblos* de Ptolomeo, explicaba cómo predecir el tiempo atmosférico —hechos como inundaciones, sequías, tormentas y mareas— a partir de la disposición de los cuerpos celestes (sobre las mareas tenía razón, por supuesto).

En septiembre de 1327, Richard visitó la abadía de San Albano y su vida volvió a dar un vuelco: el abad, Hugh Eversdone, murió mientras estaba allí y él fue nombrado su sucesor tras una votación. Según dicen las crónicas de la abadía, se resistía a aceptar; quizá porque se daba cuenta de la dificultad que presentaba la situación en que se estaba metiendo. La abadía tenía muchas deudas. Parte de la iglesia se había derrumbado y aún no estaba completamente reparada. Por si fuera poco, Inglaterra estaba dividida por la guerra civil.

En enero de ese año, el rey Eduardo II había sido destronado y encarcelado por su esposa de origen francés, la reina Isabel, y por su amante, Roger Mortimer. La pareja gobernó en nombre del hijo menor de edad de Isabel, Eduardo III. En los meses siguientes, la lucha por el poder de las diferentes facciones causó una gran inestabilidad política y grandes levantamientos sociales. La violencia fue particularmente feroz en ciudades monásticas como San Albano, donde la crisis alimentó el resentimiento público que existía contra el abad.

Los monasterios se encontraban entre los grandes terratenientes de Inglaterra y dominaban eficazmente la vida de los habitantes de las ciudades y los campesinos que ocupaban sus propiedades. Los plebeyos tenían que pagar peajes e impuestos elevados y no podían cazar en las propiedades del abad. En enero de 1327, los ciudadanos de San Albano atacaron y sitiaron la abadía exigiendo una amplia carta de derechos que incluía la representación en el Parlamento. El abad Hugh, que en el pasado había disfrutado del apoyo de Eduardo II, se vio obligado a acceder a casi todas sus peticiones bajo la presión de Isabel, una humillación que quizá le causó la muerte.

En septiembre, los envalentonados ciudadanos seguían rebelándose, destruyendo los bosques cercanos e invadiendo los cotos de la abadía. Richard iba a tener que pelear. Pero antes tuvo que viajar a la corte del papa, que se encontraba en Aviñón, para que este lo confirmara como abad. Por el camino, Richard debió de ver las grandes catedrales y los puentes de la Europa continental, tuvo que leer nuevos manuscritos y conocer a algunos de los principales eruditos de la época —el filósofo y teólogo Guillermo de Ockham, por ejemplo, se encontraba en la corte de Aviñón en esa época—. Fue, sin duda, un viaje inspirador, pero la noche en que llegó a la mansión del abad, en abril de 1328, sintió que le escocía el ojo izquierdo. Había contraído la lepra[2].

* * *

Hacía justo mil años que Constantino había unificado el Imperio romano y había establecido la nueva capital cristiana en Constantinopla. En los siglos posteriores a la muerte del emperador, la civilización floreció en los territorios orientales (más tarde conocidos como el Imperio bizantino), así como en el mundo islámico, donde los eruditos tradujeron y elaboraron los conocimientos de la Antigüedad clásica. La parte occidental del mundo romano nunca se recuperó de la nueva predominancia oriental. Debido, en parte, a la enorme afluencia de inmigrantes germánicos procedentes del norte, los emperadores de

Constantinopla no lograron mantener el dominio de esas regiones distantes. Hasta que, en el año 476, Roma cayó, marcando con su derrumbamiento el final de la Antigüedad y el comienzo de la Edad Media.

Cuando la infraestructura social, económica y política que había perdurado durante siglos se desmoronó, y con ella el comercio a larga distancia, Europa se sumió en un violento desorden. Los principales puntos de luz —centros fortificados y estables de poder continuo y (algunos) de aprendizaje— eran los monasterios cristianos. Los ermitaños religiosos del desierto egipcio habían empezado a formar comunidades ya en el siglo III y la práctica no había tardado en pasar a Occidente. La vida en los monasterios estaba gobernada por programas tan estrictos como la «regla» de san Benito del siglo VI. Y lo que dirigía la existencia diaria de los monjes, quizá más que ninguna otra cosa, era la obsesión por el tiempo.

El día y la noche se dividían en unos horarios estrictos, con momentos dedicados al estudio y al trabajo manual marcados por pausas regulares para rezar en común. Esta «disciplina temporal», como la denomina el historiador de Harvard, David Landes, distinguía al cristianismo occidental del resto de las religiones monoteístas. En el judaísmo y el islam, así como en las iglesias cristianas orientales, los rezos diarios se realizaban siguiendo señales naturales como el amanecer, el mediodía y la puesta de sol. En el cristianismo occidental, en especial en el cristianismo monástico, sin embargo, el enfoque se centraba más bien en la regularidad y la puntualidad. Más tarde se añadieron turnos de adoración, que en algunos casos se determinaban en función del recuento de las horas del día, y no de la observación del sol. Benedicto describió siete tiempos de oración diaria: además de por la mañana, por la tarde y por la noche, los monjes tenían que rezar juntos en la primera, tercera, sexta y novena hora (*prima, tercia, sexta* y *nona*)[3].

La regla benedictina fue adoptada por otras órdenes monásticas, y las «horas canónicas» pronto se convirtieron en la política oficial de la Iglesia católica. Gracias al rigor y la eficiencia

de los horarios, los monjes llegaron a ser muy productivos y su forma de vida pudo sobrevivir en tiempos sangrientos y azarosos. Pero la mayor atención que se prestaba al reloj obedecía también a una motivación más profunda.

En una sociedad en la que cada uno tenía un papel que desempeñar —los caballeros defendían el reino, los campesinos cultivaban alimentos—, los monjes, además de ser responsables de sus almas, lo eran también de las de todos los cristianos. Su vocación, según Landes, era «rezar y rezar, a menudo para salvar a la multitud de fieles cuyos deberes mundanos o inconstancia les impedían dedicarse en cuerpo y alma al servicio de Dios». Ese deber giraba en torno al ciclo diario de oración colectiva, marcado por el tañido de las campanas. Era crucial llegar a tiempo, procurar no interrumpir el culto y asegurarse de que la oración estuviera sincronizada: la idea subyacente era que cantando juntos en voz alta el esfuerzo era más poderoso. Así pues, la puntualidad estaba por encima de la vida y la muerte. La salvación espiritual de la humanidad dependía de ella.

Pero, ¿cómo podía conseguirse esa puntualidad? El principal árbitro del tiempo siempre había sido el movimiento del cosmos. Los primeros humanos marcaron el paso de los días y las estaciones siguiendo los movimientos del Sol y el de los meses de acuerdo con los ciclos de la Luna. Los antiguos babilonios y egipcios, y después los griegos y los romanos, usaban relojes de sol para dividir el día y se fijaban en la salida de las estrellas para saber la hora en la oscuridad. Aunque los astrónomos fraccionaban los días en veinticuatro horas iguales a las actuales, la sociedad en general mantuvo las llamadas estacionales, en las que la luz del día y la oscuridad se dividían en doce horas, de manera que su duración variaba a lo largo del año[4]. Se utilizaron métodos terrestres como los relojes de arena y los relojes de agua (en los que se fijaba un flotador a un puntero en una escala horaria) para medir períodos de tiempo más cortos, como los discursos de los senadores o las visitas a las prostitutas.

Aunque la mayoría de las áreas de estudio retrocedieron en la Edad Media, el arte de medir el tiempo floreció, porque los monjes

y los eruditos cristianos buscaron formas cada vez mejores de asegurar que las oraciones fueran puntuales, sobre todo cuando reinaba la oscuridad. Por ejemplo, alrededor del año 570 el obispo Gregorio de Tours dio instrucciones detalladas para observar la salida de ciertas estrellas y medir el paso del tiempo cantando salmos, aunque eso implicaba que alguien tenía que velar toda la noche.

Cuando la situación política en Europa comenzó a estabilizarse en los siglos X y XI, el contacto con el mundo musulmán, particularmente en España, dio un nuevo impulso a la erudición occidental. En esa época, los monjes comenzaron a usar alarmas accionadas mediante agua. Aunque se describían como relojes, en realidad no daban la hora. A decir verdad, estaban conectados a un mecanismo simple que, al cabo de cierto número de horas, tocaba repetidamente una pequeña campana para sacar de la cama al campanero principal del monasterio (como quedó inmortalizado en la popular rima infantil *Frère Jacques*).

La primera descripción detallada de este reloj figura en un manuscrito contemporáneo procedente de un monasterio benedictino del norte de España, pero estos artilugios pronto se hicieron comunes en toda Europa. En el incendio que se desencadenó en 1198 en la abadía de Bury St Edmunds, los monjes corrieron hacia el reloj buscando agua. En cualquier caso, las alarmas no eran demasiado precisas y tenían que reajustarse todas las noches. A finales del siglo XIII se produjo, sin embargo, una revolución.

Todos los tipos de relojes anteriores, como los relojes de arena, las velas encendidas y los relojes de agua, habían intentado crear un flujo continuo y uniforme. Después de todo, esa es, en apariencia, la naturaleza del tiempo. En realidad, es muy difícil mantener algo en movimiento a una velocidad perfectamente constante. En el siglo XIII, los relojeros empezaron a experimentar con pesos que bajaban atados a una cuerda o una cadena enrollada en un carrete, cuya rotación impulsaba el mecanismo del reloj. Pero las pesas caían demasiado rápido y su velocidad no era uniforme, ya que se aceleraban al precipitarse hacia el suelo. El

avance crucial fue añadir un dispositivo oscilante —llamado escape — que bloqueaba y liberaba alternativamente el tren de ruedas en movimiento, de modo que la pesa caía de forma controlada y regular. Fue, dice Landes, «uno de los inventos más ingeniosos de la historia». En lugar de intentar medir el tiempo como un flujo continuo, el escape lo divide en golpes regulares —los «tics» de un reloj— que se pueden contar. Hasta ese momento, el mundo islámico y China habían producido los relojes más sofisticados del mundo: desde las robustas ruedas dentadas impulsadas por corrientes rápidas que describió el ingeniero andaluz Al-Muradi, hasta la torre de reloj impulsada por agua o mercurio diseñada por el tutor imperial chino Su Sung. Pero a partir de ese momento los europeos iban a ser los maestros globales del tiempo.

El origen exacto del escape se pierde en la historia. Por lo visto, en 1271 aún no existía el dispositivo; en este sentido, el astrónomo inglés Robertus Anglicus escribió que los relojeros que experimentaban con pesos de plomo para hacer girar una rueda una vez al día «no pueden perfeccionar su trabajo». Al cabo de unos años, los registros financieros de la Iglesia revelaban que había aparecido un nuevo tipo de reloj que era caro, que había sido fabricado y reparado por artesanos especializados, y que se encontraba en lo alto de la pared de una iglesia.

Las primeras menciones corresponden en su totalidad a iglesias inglesas, empezando por el priorato agustino de Dunstable, Bedfordshire, donde en 1283 los monjes fabricaron un reloj que coronaba el *pulpitum* (la enorme pantalla que divide el coro de la nave de una iglesia).

Poco después, antes de que finalizara el siglo, fue el turno de Exeter, Ely, Canterbury y de San Pablo, en Londres, donde un relojero llamado Bartolomé recibió doscientas ochenta y una raciones por su trabajo (los primeros registros del resto de Europa aparecen un poco más tarde, como, por ejemplo, el del reloj de hierro que se realizó en Milán en 1309). La primera alusión literaria a un reloj mecánico es también casi de la misma época y se encuentra en el poema francés del siglo XIII *Roman de la rose*:

Y luego, a través de las salas y las cámaras,
hizo sonar sus relojes,
con las ruedas de tal astucia
siempre girando a través del tiempo.

Los relojes no siempre tenían esferas o manecillas; su propósito era hacer sonar las campanas para llamar a la oración. Los monjes, sin embargo, no eran los únicos interesados en las máquinas giratorias.

* * *

En el siglo I a. C., el autor romano Cicerón escribió sobre dos «esferas» que habían sido construidas por el gran matemático Arquímedes. El general romano Marcelo se había apoderado de ellas durante el saqueo de la ciudad natal de Arquímedes, Siracusa, en el año 212 a. C. Más tarde, donó uno de los objetos —un globo macizo marcado con estrellas y constelaciones— a un templo de Roma, pero el otro era tan especial que Marcelo quiso conservarlo. Para construirlo, escribió Cicerón, Arquímedes debía de «estar dotado de un genio superior al que uno imagina que puede poseer un ser humano».

La «esfera» era un modelo mecánico del cosmos que mostraba los movimientos del Sol, la Luna y los cinco planetas conocidos. Arquímedes «había pensado en una forma de representar con precisión, mediante un único dispositivo para girar el globo, los movimientos distintos y divergentes a sus diferentes velocidades». Cuando el globo se movía, «el número de revoluciones a las que la Luna quedaba siempre rezagada respecto al Sol en el aparato de bronce equivalía al número de días que la separaban de él en el cielo».

Durante mucho tiempo, nadie dio demasiado crédito al relato de Cicerón. Ningún dispositivo de ese tipo había sobrevivido desde la Antigüedad y su descripción (escrita, al fin y al cabo, en un diálogo ficticio) superaba con mucho lo que, según se creía, eran capaces de hacer los antiguos artesanos griegos. Pero en las últimas

décadas, los investigadores han examinado un misterioso dispositivo de bronce que fue recuperado por unos pescadores de esponjas en 1901 de un naufragio que tuvo lugar en las inmediaciones de la isla griega de Anticitera en el siglo I a. C. Las inscripciones corroídas, las ruedas dentadas y las esferas eran tan intrincadas que algunos escritores afirmaron en un principio que se trataba de un sofisticado engaño (o incluso que era obra de extraterrestres). En realidad, es auténtico y ha sido necesario más de un siglo para descifrar su oxidado mecanismo. Al final, los estudiosos han comprendido que la máquina muestra los movimientos celestes, tal y como había afirmado Cicerón.

Guardado en su origen en una caja de madera de unos treinta centímetros de altura, el mecanismo de Anticitera tenía una gran esfera de bronce en la parte frontal que representaba los movimientos variables del Sol, la Luna y los planetas en el cielo. Una bola giratoria blanca y negra mostraba las diferentes fases de la Luna, mientras que las inscripciones indicaban las elevaciones estelares en las diferentes épocas del año. En el reverso había dos discos espirales: un calendario de doscientos treinta y cinco meses (con una esfera de inserción de cuatro años, que mostraba el cronometraje de los eventos de atletismo, incluidos los Juegos Olímpicos) y un ciclo de doscientos veintitrés meses para predecir los eclipses.

En otras palabras, era un cosmos portátil; un universo encapsulado en forma mecánica. Las diferentes velocidades de los distintos punteros se calcularon usando unos complicados trenes de engranajes de bronce (sobreviven más de treinta, pero es probable que tuviera muchos más) con varios números de dientes: los engranajes que hoy denominamos «mecanismo de relojería».

Durante más de mil años no apareció ningún mecanismo tan sofisticado como el de Anticitera en el registro histórico —de hecho, hasta el reloj de Richard de Wallingford—. Pero la idea de usar ruedas dentadas para modelar los movimientos astronómicos no cayó del todo en el olvido. En el Museo de la Ciencia de Londres hay un reloj solar bizantino del siglo VI con un calendario mecánico incorporado que utiliza ocho ruedas dentadas para mostrar las

posiciones del Sol y la Luna en el cielo. Un calendario idéntico apareció en un astrolabio del siglo XIII procedente de Isfahan. Según parece, esos conocimientos regresaron a Europa: en el año 1232, por ejemplo, los embajadores del sultán de Damasco presentaron un planetario tachonado de joyas al emperador del Sacro Imperio Romano Germánico, Federico II. Se desconoce cómo funcionaba, pero un manuscrito de la época habla de «un dispositivo con unas ruedas maravillosas».

Todos estos aparatos tenían una importante limitación: debían girarse a mano. Aunque el agua se había utilizado en el pasado para impulsar los pantallas astronómicas —el arquitecto romano Vitruvio describe un impresionante reloj de agua que hacía girar un gran disco de bronce grabado con estrellas[5]—, las fuerzas hidráulicas no eran lo suficientemente poderosas para accionar mecanismos con engranajes complejos. En el siglo XIII, cuando la erudición europea volvió a florecer, los teólogos y filósofos se interesaron mucho por la creación de un modelo de cosmos que pudiera girar solo.

En 1248, el fraile franciscano Roger Bacon escribió un tratado donde afirmaba que la ciencia y la tecnología podían realizar maravillas mucho mayores que la magia. Describió inventos como los submarinos, las máquinas voladoras, las lentes curvas y la pólvora, antes de pasar a algo que, en su opinión, superaba en valor a todo lo demás: una esfera astronómica que se movía sola. Aún no existía un dispositivo similar, pero Bacon creía que era posible realizarlo. En trabajos posteriores, insinuó que podía alimentarse mediante magnetismo[6], y se refirió a «uno de los mayores secretos de las ciencias experimentales, o de hecho en cualquier sitio, […] un cuerpo o un instrumento que se desplaza con el movimiento de los cielos y trasciende todos los instrumentos de la astronomía».

En otras palabras, los primeros inventores que trataron de realizar máquinas con un movimiento perpetuo no intentaban obtener energía gratis ni «engañar a la naturaleza». Querían construir un cosmos en miniatura que girara solo. Dicho modelo, dijo Bacon, sería más valioso que el tesoro de un rey, ya que

contendría el secreto del funcionamiento del universo. Así que cuando el inventor del escape fragmentó por primera vez el tiempo unos años más tarde, las implicaciones fueron muy superiores a la simple mejora en la precisión de las oraciones. Dos grandes tradiciones mecánicas —los cronómetros y los modelos astronómicos— estaban a punto de colisionar.

* * *

Cuando Richard de Wallingford regresó de Aviñón a San Albano, tuvo, ante todo, que recuperar el dominio del pueblo y abolir los derechos que le había concedido el abad Hugh. La molienda de la harina era un asunto especialmente conflictivo. Los campesinos estaban legalmente obligados a pagar por usar el molino tirado por caballos de la abadía, así que empezaron a construir molinos de mano más pequeños causando pérdidas al centro religioso.

La estrategia de Richard fue agresiva y consistió en lanzar ataques legales contra los habitantes más relevantes de la ciudad. Los acusó de crímenes morales, como adulterio. a la vez que agasajaba con vino y una cena a los jueces y se apoyaba en el nuevo rey, Eduardo III, para aumentar su influencia. En mayo de 1332, el pueblo tuvo que renunciar a su carta de derechos y a sus más de ochenta molinos de mano. Richard confiscó las piedras de molino y las encementó en el suelo de la sala de la abadía.

Entretanto, su enfermedad avanzaba. Estaba débil, ciego de un ojo, tenía la cara horriblemente desfigurada y apenas podía hablar. Aun así, se ganó el respeto de los monjes con sus victorias. Sobrevivió a dos complots de sus rivales para derrocarlo y emprendió varias obras de construcción en la abadía. En cualquier caso, todos estos hechos estaban subordinados a lo que Richard consideraba su plan principal: aprovechar la reciente revolución en la medición del tiempo para crear algo que el mundo no había visto jamás: un magnífico reloj celeste.

El *MS Ashmole 1796* no está firmado, pero las anotaciones al margen parecen ser una copia de los papeles de Richard que un escribano de San Albano realizó poco después de su muerte[7]. El

libro contiene una serie de textos matemáticos y astronómicos, varios de ellos escritos a todas luces por Richard y unos cuantos borradores desconocidos, mezclados y sin editar —de cualquier otra fuente: instrucciones para fabricar su reloj—. Son las primeras descripciones detalladas relativas a un reloj mecánico, la visión más cercana a los orígenes de un invento que cambió el mundo. A partir de ellos, North pudo por fin reconstruir los detalles de la «máquina cósmica».

Las notas explican que un peso descendente, controlado por un escape oscilante, accionaba una rueda dentada de hierro que giraba una vez al día con el sol y estaba conectado al mecanismo de una campana que sonaba cada hora. El escape consistía en una pieza semicircular de metal que se empujaba hacia detrás y hacia delante alternando unas clavijas en dos ruedas paralelas. Era diferente del denominado escape «verge y foliot» que se popularizó más tarde y que estuvo considerado como el diseño original[8] hasta el hallazgo de North.

Por lo visto, Richard no inventó esta parte del mecanismo, porque escribe sobre él como si ya lo conociera. Pero, curiosamente, la disposición que describe es idéntica a la del mecanismo de martillo de ida y vuelta que golpeaba la campana de su reloj. North concluyó que este tipo de escape debía de haber iniciado su andadura como un dispositivo oscilante de toque de campana, presumiblemente creado para un reloj de agua, antes de que alguien se diera cuenta de que también podía emplearse para regular el movimiento de un peso descendente. Del tañido de una campana al tic-tac de un reloj: ese fue el salto en el pensamiento lateral que permitió a Europa superar los siglos de erudición bizantina e islámica.

El *MS Ashmole 1796* también explica la incorporación al reloj de varias características astronómicas. La rueda solar de veinticuatro horas estaba conectada a una segunda rueda algo más rápida, que activaba una esfera de poco más de un metro ochenta, que seguía el ritmo de las rotaciones estelares. En la esfera de hierro había un mapa estelar con las constelaciones del zodíaco. Frente a él, una rejilla fija indicaba las posiciones de los puntos

clave del cielo, incluido el horizonte, las líneas de la hora y el meridiano local[9]. Debía de ser como una tela de araña de líneas y curvas elegantes, el resultado de proyectar la cúpula tridimensional del cielo en una superficie plana.

Richard no fue el primero en incorporar la esfera astronómica con movimiento propio. En el reloj de agua astronómico que describió Vitruvio también había un mapa estelar giratorio. Y en los registros financieros de la catedral de Norwich de los años veinte del siglo XIV figura la fabricación de una esfera de hierro de cuarenta kilos que giraba con el cielo. Pero Richard lo hizo con una precisión asombrosa, consultando complejas tablas matemáticas para calcular el número más apropiado de dientes y el tamaño y las correspondientes velocidades angulares de los trenes de engranajes. North se dio cuenta de que, si la rueda solar principal del reloj giraba una vez cada 24 horas, la segunda esfera de hierro con las estrellas efectuaría una revolución en 23 horas, 56 minutos y 4,12 segundos: un error de solo 0,03 segundos cada día.

En cualquier caso, Richard no se detuvo ahí. También añadió un ingenioso «puntero solar» que normalmente realizaba un circuito al día. El problema era, como hemos visto en el capítulo III, que la velocidad del sol no es constante, se acelera y ralentiza mientras viaja por el cielo. Richard representó esa variación usando lo que, según parece, era un nuevo invento: un engranaje ovalado compuesto por cuatro arcos circulares separados, las proporciones que Richard había calculado para representar con exactitud la velocidad solar variable. Dirigió el puntero hacia el sol, de manera que el lugar donde el puntero cruzaba la línea eclíptica en el mapa estelar correspondiera en cualquier momento a la posición exacta del sol en el cielo. North, experto en historia de la cosmología y en ciencia medieval, jamás había visto algo igual. La rueda ovalada era «una combinación de genialidad matemática y mecánica, quizá sin equivalente en toda la historia de la mecánica racional medieval o renacentista», asegura.

Un segundo puntero mostraba la posición de la Luna, mientras que una esfera rotatoria blanca y negra indicaba la fase

lunar, que servía para planificar los viajes nocturnos y para programar los sangrados que formaban parte del régimen sanitario de los monjes. El reloj calculaba incluso los eclipses lunares. El creador del antiguo mecanismo de Anticitera —sin duda, el dispositivo astronómico más sofisticado conocido hasta ese momento, con muchas características similares— no pretendía lo mismo: se limitó a usar información procedente de las predicciones babilónicas para marcar los acontecimientos que debían producirse en un calendario mensual. El reloj de Richard, por el contrario, deducía automáticamente los eclipses de los movimientos del Sol y de la Luna (basándose en las teorías de Ptolomeo) y se valía de un disco negro giratorio para tapar la bola lunar en la medida apropiada. Por último, en línea con los intereses astrológicos del abad, su dispositivo indicaba también las influencias celestes en la Tierra, con una esfera que mostraba la subida y bajada de la marea en el puerto más próximo a San Albano, el Puente de Londres. Este ciclo mensual fue bastante fácil de calcular con el indicador accionado por una rueda dentada que giraba una vez cada treinta días.

Las notas de Wallingford que han llegado hasta nuestros días no hacen referencia a los planetas, pero el anticuario Leland aseguró más tarde que estos aparecían en el reloj. En el texto del siglo XIV tampoco se menciona la «rueda de la fortuna» de la que hablaba Leland. Podría tratarse de la rueda de la diosa romana Fortuna. Popular en la época medieval, la deidad representaba la suerte variable, con un mendigo al fondo, por ejemplo, que se convertía en rey y luego perdía su encumbrada posición. Pero esa interpretación resulta extraña, tratándose de un monasterio cristiano. North sugiere, en cambio, que podría hacer alusión a una doctrina astrológica conocida como «el lugar de la fortuna», que predecía la vida de un individuo de acuerdo con las posiciones celestes en el momento de su nacimiento.

No se sabe demasiado sobre el proceso de fabricación del reloj, aunque los registros de la abadía dicen que llevó muchos años y que excedió mucho el presupuesto inicial. Los registros detallados de un reloj que se construyó en Francia varias décadas

más tarde dan una pista sobre el posible alcance de las operaciones. El reloj fue encargado en 1356 por Pedro IV, rey de Aragón, para su palacio de los Perpiñán. El maestro relojero Antonio Bovelli viajó allí acompañado de diez habilidosos asistentes de la corte papal de Aviñón, que llenaron el patio del castillo con hornos y forjas y usaron plantillas de madera para realizar las enormes ruedas de hierro. El marco del reloj pesaba casi una tonelada, la campana tres, y cuando las diferentes partes se izaron con una grúa a la torre del reloj, se reunió tal multitud para ver a los carpinteros que tuvieron que levantar andamios para que cupieran todos.

El reloj de Bovelli era mucho más simple que el de San Albano y se construyó en tan solo nueve meses. Aun así, nunca funcionó como se esperaba. En treinta años, unos hombres con relojes de arena dieron la campanada. Por otra parte, parece que Richard quiso ir más allá de todo lo conocido hasta ese momento para crear una muestra espectacular del orden divino y de la lógica del cosmos que aún seguía funcionando dos siglos después. El hallazgo de sus notas puso de manifiesto que, además de ser un «gran abad», como dijo North, fue también «el científico inglés más original de finales de la Edad Media». Su extraordinario reloj echó por tierra las suposiciones modernas sobre lo que eran capaces de hacer los astrónomos europeos del siglo XIV. Además, constituye uno de los puntos de inflexión más importantes en la historia de la tecnología.

* * *

Durante las décadas siguientes se extendió por toda Europa la tradición de los grandes relojes. Fue un período de resurgimiento económico y académico; el comercio, como el textil y el de trigo, se expandía y la sociedad empezaba a rebelarse contra el viejo orden feudal. Las ciudades, de Estrasburgo a Milán, se estaban convirtiendo en animados centros de intercambios, lo que suponía una fuerza de trabajo organizada y el nacimiento de una nueva clase de comerciantes.

La aceleración del ritmo de vida y de trabajo, sobre todo en las ciudades, aumentó la conciencia del tiempo. La vida seguía el ritmo de las campanas de la ciudad, que marcaban todo, desde el momento en que iniciaban y finalizaban los turnos de trabajo y la venta en los mercados, a la limpieza de las calles y la hora de cierre de las tabernas. En un principio, las campanas públicas seguían las horas canónicas estacionales que sonaban en las iglesias. Pero ese orden de cosas empezó a cambiar con la invención de los relojes mecánicos. Aunque los primeros relojes se instalaron en las iglesias y las catedrales, no tardaron en aparecer también en las plazas públicas.

Siguiendo el ejemplo de Richard, los dispositivos que surgieron en el continente tenían mecanismos astronómicos complejos. Además, solían incluir figuras móviles. El reloj de la torre de la catedral de Estrasburgo, construido en 1350, representa a un gallo dorado que aletea y cacarea a mediodía (una tradición que se mantiene en los relojes de cuco actuales). En el reloj astronómico de Praga, que fue realizado en 1410, un esqueleto sacude un reloj de arena; el diseñador del reloj de Mantua del siglo XV se jactaba de que este indicaba cuál era el momento más adecuado para realizar intervenciones quirúrgicas y coser, o para labrar la tierra.

Estos dispositivos no solo daban las horas. Además, eran modelos creativos que reflejaban un interés por el significado y el propósito —incluso la moralidad— del tiempo, tanto en el cielo como en la tierra.

La naturaleza cosmológica de estos primeros dispositivos prueba que el tiempo seguía concibiéndose como algo incrustado en el universo; el tic-tac del reloj estaba unido a los ciclos celestes. Pero esa circunstancia también contribuyó a que tuvieran lugar los relevantes cambios que se produjeron a continuación. Los relojes no eran simples juguetes o herramientas, sino que gozaban de una autoridad divina. La evocación de los majestuosos ciclos celestes debía dejar asombradas a las personas que se regían por ellos. El hecho de que el reloj de Richard pudiera predecir eclipses, por ejemplo, tuvo que parecer algo mágico a los habitantes de San

Albano, prueba de la existencia de un vínculo directo con el reino celestial. El molino tirado por caballos de la abadía, objeto de tantas luchas, se movía gracias a unos sencillos engranajes[10]. Richard se inspiró en un engranaje mundano para fabricar su reloj y lo conectó con el cielo y con Dios.

Con el auge de los relojes públicos, el dominio del tiempo y, por tanto, de la vida diaria de los trabajadores, fue pasando gradualmente de los monasterios a los pueblos. En San Albano, por ejemplo, los ciudadanos construyeron un reloj en el siglo XV para oponerse a que la abadía controlara la jornada laboral. También hubo un cambio en la manera de fragmentar los días. Los relojes de agua monásticos habían mantenido las estaciones o las horas canónicas, pero era difícil seguir conservándolas con un sistema automatizado, con un mecanismo de engranaje. Así pues, la aparición de los relojes mecánicos convirtió las horas canónicas en horas iguales. En lugar de dar simplemente las horas, los nuevos relojes las marcaron con un número adecuado de repiques —una práctica que se denominó «golpear la hora» (de la que el reloj de Richard es el primer ejemplo conocido)—, que se generalizó en los últimos años del siglo XIV.

La introducción de horas iguales intensificó el proceso de secularización, ya que la sociedad se fue desligando del horario monástico y empezó a separar la medición del tiempo de los modelos estacionales solares. A la hora en punto significaba que la conciencia del tiempo no solo se adquiría oyendo varias campanadas intermitentes, sino también mediante un proceso regular que se iba acumulando a lo largo del día. Y, a medida que el tiempo era cada vez más preciso, era también menos negociable. La vida se regía por el inexorable avance del reloj, cada vez menos por hechos o señales naturales.

Los historiadores suelen afirmar que en este periodo se pusieron las bases del capitalismo y la Revolución Industrial: en opinión del influyente historiador del siglo XX Lewis Mumford, «el reloj, en lugar del motor de vapor, es la máquina clave de la moderna era industrial». La realización de engranajes precisos y la experiencia tecnológica necesaria para fabricar relojes estimularon

el desarrollo de la maquinaria que permitió la producción en masa automatizada[11]. Pero más relevante fue el aumento de la regulación y la coordinación del trabajo y los trabajadores, y el cambio simultáneo de actitudes. El profesor de Inglés medieval, John Scattergood, analizó las referencias literarias a los relojes en la Edad Media y descubrió que, al aparecer los mecánicos, los escritores comenzaron a usar metáforas relacionadas con ellos para enfatizar una nueva serie de virtudes como la constancia, la puntualidad y la exactitud. Esto no fue universalmente bienvenido. En el siglo XIV, un reloj interrumpió al poeta Dafydd ap Gwilym mientras soñaba con una hermosa niña: «Por desgracia, el reloj que hay junto al canal me despertó», lamentó.

Que la boca y la lengua sean vanas
con las dos cuerdas y la rueda,
esas estúpidas bolas que son los pesos,
la caja cuadrada y el martillo,
con los patos que piensan que es de día,
y las inquietas ruedas de molino.
Reloj charlatán y de mal gusto.

Pero la mayoría de la sociedad no tardó en compartir la ética de trabajo y productividad de los monasterios. Las actividades de todos, de los trabajadores del molino a los comerciantes, se sincronizaron y se regularon de acuerdo con el ritmo mecánico del reloj —aunque el dinero, más que la salvación espiritual, era la nueva fuerza motriz—. En 1433, el arquitecto italiano Leon Battista Alberti escribió que lo primero que hacía cada mañana era una lista con las tareas que debía llevar a cabo durante el día. «Son muchas cosas: las cuento, pienso en ellas y a cada una le asigno su momento. Prefiero perder el sueño que el tiempo», escribió.

Pero el cambio de actitud hacia el tiempo era más profundo que el simple valor de la puntualidad. Al tener el flujo maleable de la experiencia vivida dividido en fragmentos regulares y medibles, la gente empezó a pensar de forma más matemática. David Landes argumenta que el paso regular de las horas estimuló el recuento y

la aritmética simple (calculando el número de horas que faltaban para que terminase un turno, para ejemplo) en una sociedad que en el pasado era bastante negada para los números. Además, señala que, con anterioridad al siglo XIII, las unidades de medida tendían a ser variables y a depender de los objetos físicos, como el pie inglés, o el *pouce* francés o pulgar. El cambio de las horas estacionales a las horas iguales, sugiere, alentó la concepción de medidas abstractas —una unidad estandarizada que existe en sí misma—, vital para la creciente burocracia y el comercio. Entretanto, los relojes se fueron haciendo poco a poco más pequeños y sencillos, a menudo ya no eran modelos cósmicos, ya que su función era más bien dar «la hora» (aunque el recorrido de las agujas del reloj todavía refleja el camino del sol a través del cielo septentrional).

Para Mumford, la verdadera revolución de los relojes consistió en que estos generaron una nueva capacidad de pensar en medidas abstractas y números. «Los hombres se hicieron poderosos hasta el punto de que descuidaron el mundo real del trigo y la lana, la comida y la ropa y se concentraron en su representación puramente cuantitativa en vales y símbolos», escribió. La cantidad dejó de ser una simple indicación de valor y se convirtió en su definición. «Golpeando» las horas se originaron las semillas económicas de nuestra forma de vida moderna.

* * *

La revolución en la medición del tiempo también influyó profundamente en el pensamiento científico y filosófico en formas que se superponían a los cambios sociales que ya estaban en marcha y los reforzaban. En primer lugar, de la fabricación de relojes astronómicos que modelaban el cosmos a la idea de que el universo era en sí mismo un reloj solo había un pequeño paso. Uno de los primeros escritores que efectuó esta comparación fue el poeta italiano Dante en su *Paraíso*, escrito entre 1316 y 1321 (mientras Richard estaba estudiando en Oxford), que cuenta el viaje de Dante a través de las esferas celestes. Cuando Dante llega a la esfera solar, ve cómo funciona el cosmos divino y lo compara

con un reloj monástico que marca la hora de la oración matutina: «la gloriosa esfera… con una armonía tan llena de dulzura».

La idea del universo como una especie de máquina gobernada por reglas predecibles se remonta a la Antigüedad, pero en la época medieval el interminable escape de los relojes astronómicos hizo irresistible este concepto. En 1364, el ingeniero italiano Giovanni Dondi construyó un complejo reloj astronómico, en parte para probar que el sistema ptolemaico de las esferas concéntricas no era solo un modelo matemático, sino una representación exacta de cómo funcionaba de verdad el cielo. En 1377, el filósofo francés Nicolás Oresme sugirió que el cosmos era como un cronómetro que funcionaba en cualquier estación, que nunca era ni rápido ni lento y que jamás se detenía: «La situación recuerda mucho a la de un hombre que fabrica un reloj, lo pone en marcha y lo deja funcionar solo».

Para los eruditos medievales el universo no era un lugar seco y carente de vida, como podríamos pensar de los relojes y las máquinas actuales. Aunque Dante compara el universo con un reloj monástico en el *Paraíso*, lo describe también como la novia de Dios: cuando el cosmos toca a maitines entona en realidad una canción de amor a su marido y creador. Pero en el siglo XVII, algunos filósofos como René Descartes llevaron la metáfora a su conclusión lógica, argumentando que, además de las estrellas y los planetas, los animales también eran simples autómatas: mecanismos impulsados por unas reglas predeterminadas, como el gallo de Estrasburgo[12]. Solo los humanos eran diferentes, porque tenían un «alma» añadida.

La fuerza motriz del universo ya no era el amor de Dios, sino la causalidad; para comprender las cosas era necesario explicarlas mediante un mecanismo físico. Según el filósofo e historiador de la ciencia Stephen Toulmin: «Cualquier científico del siglo XVII que se contentaba con menos recibía los reproches de sus compañeros, como si estuviera invocando “milagros” y “cualidades ocultas”». Esta «mecanización» del universo contribuyó a que la astrología acabara siendo reputada de inaceptable y fundamentó el pensamiento científico futuro. Mientras tanto, siguiendo los

cambios de la actitud relativa al tiempo que mostraba la sociedad en general, los relojes también transformaron las ideas científicas sobre la naturaleza de este.

La noción de transcurso regular de segundos puede parecer obvia, pero no es inevitable. Los antropólogos cuentan que varias sociedades indígenas, como el pueblo nuer, que vive a orillas del Nilo en Sudán, la cultura ainu de la isla rusa de Sajalín o la tribu amondawa de la Amazonia, en Brasil, no tienen un concepto abstracto del «tiempo»[13]. Durante la mayor parte de la historia de la humanidad, los movimientos del Sol, la Luna y las estrellas no solo definieron el tiempo, sino que lo crearon; sin ese movimiento no había tiempo. Pero, a medida que los relojes se iban haciendo más exactos, todo eso se disponía a cambiar.

Las mejoras vinieron en un principio de la fabricación de piezas mejores. En el siglo XV, los relojeros introdujeron el minutero e idearon una forma de impulsar los relojes que ya no utilizaba los pesos descendentes, sino un resorte en espiral. Esto permitió fabricar relojes mucho más pequeños, incluso relojes de bolsillo. Los astrónomos, que querían un registro del tiempo más exacto para anotar sus observaciones con mayor precisión, fueron pioneros en esa evolución y en el siglo XVIII idearon un avance aún más impresionante.

La idea clave la tuvo el astrónomo italiano Galileo Galilei. Los escapes de los primeros relojes eran problemáticos, porque podían moverse a cualquier velocidad. Los dueños de los relojes ponían pesos en los brazos giratorios para conseguir el ritmo que deseaban, pero el mínimo cambio desviaba el mecanismo. Galileo descubrió que un péndulo —un peso suspendido en una cuerda o un cable— siempre se balancea a una velocidad determinada, sin importar cuál sea la masa o la amplitud de la oscilación[14]. Así que, en teoría, un péndulo diseñado para dar un golpe cada segundo lo haría siempre cada vez que se soltase. En 1656 el astrónomo holandés Christiaan Huygens (que trabajaba con el relojero Salomon Coster) realizó el primer reloj de péndulo[15]. El nuevo diseño mejoró de forma espectacular el rendimiento: de quince minutos de variación al día como poco se pasó a apenas unos

segundos.

En el pasado había sido necesario ajustar los relojes con frecuencia. El punto de referencia, el «tiempo verdadero», era el sol. Por ese motivo, muchos de los primeros mecanismos tenían relojes de sol en miniatura dentro de la cubierta. Las pequeñas variaciones en la velocidad del sol a través del cielo (que generaban una discrepancia de hasta dieciséis minutos entre la «hora solar» y la «hora del reloj») no eran lo bastante grandes como para causar preocupación. Pero los relojes habían cambiado y eran ya más precisos que el sol. Los dispositivos que se habían construido en un principio para imitar el cosmos lo habían trascendido, con profundas consecuencias para el pensamiento humano.

El físico Isaac Newton, que trabajaba en ese momento en su teoría de la gravedad, estaba preparado para aprovechar esa evolución. Su obra pionera, *Principios matemáticos de la filosofía natural*, publicada en 1687, revolucionó el punto de vista científico sobre el cosmos y sigue siendo una de las publicaciones científicas más importantes de la historia. En ella, Newton estableció tres leyes básicas sobre el movimiento y explicó que estas, combinadas con su ley de atracción gravitacional[16], se podían aplicar a todos los movimientos del sistema solar, desde los planetas errantes y las lunas distantes a los cometas que solo se ven una vez en la vida e incluso a las mareas oceánicas. Partiendo de un vertiginoso conjunto cósmico integrado por objetos y movimientos en apariencia independientes, describió un universo interconectado y unido en la red de la gravedad, que se podía explicar mediante una simple ecuación.

La idea de un espacio y un tiempo absolutos era crucial para el pensamiento de Newton relativo al movimiento: juntos forman una cuadrícula matemática sobre la que se superponen los objetos y los movimientos cósmicos. Disoció el tiempo de los movimientos del sol, por ejemplo, e introdujo la noción de «tiempo verdadero y matemático», que «fluye sosegadamente sin relación con nada externo». Para ello, Newton se inspiró sobre todo en la precisión de los relojes de péndulo recién inventados. Mantenía un contacto

frecuente con el astrónomo real, John Flamsteed (que introdujo los relojes de péndulo en el Observatorio de Greenwich, Londres, cuando este se inauguró en 1675), y por lo visto poseía un reloj de péndulo que había sido fabricado alrededor de 1680. En *Principios matemáticos de la filosofía natural* argumentó que los relojes de péndulo habían demostrado que los científicos debían distinguir entre el tiempo normal o relativo, y el tiempo absoluto, necesario para observar o efectuar cálculos precisos sobre el cosmos.

En un primer momento, sus ideas suscitaron cierta oposición, como la del filósofo alemán Gottfried Leibniz, quien comprendió que Newton estaba introduciendo unos conceptos y unas fuerzas misteriosas e imperceptibles que no era capaz de explicar. Leibniz arguyó que no podemos saber si algo existe a menos que lo percibamos y no percibimos el tiempo, solo los hechos. El tiempo, insistió, es simplemente el orden en que suceden las cosas. Su visión se aproxima mucho más que la de Newton a la manera en que la mayoría de los físicos conciben hoy en día el tiempo (como veremos más adelante). Pero, al menos durante varios siglos, el concepto de Newton de un tiempo abstracto, que fluye al margen de los acontecimientos, se convirtió en la opinión científica aceptada e indiscutible.

A medida que los relojes de péndulo se fueron extendiendo, se generalizó en la sociedad la distinción entre la hora solar y la hora verdadera o «media». A partir de los años setenta del siglo XVII, empezaron a pegarse con frecuencia en el interior de los relojes unas tablas de conversión donde figuraba la diferencia correspondiente a cada día o semana del año (conocida como la «ecuación del tiempo») a fin de que estos se pudieran ajustar en todo momento al sol. Pero, dado que la gente organizaba cada vez más su vida en función del reloj, el proceso acabó invirtiéndose. Pronto fueron los relojes de sol los que se acompañaron de unas escalas de conversión: ya no era el reloj lo que debía corregirse, sino el sol.

Una a una, las grandes ciudades fueron abandonando la hora solar —la hora media se estandarizó en Ginebra en 1780, en Londres en 1792, en París en 1816— y la idea de un tiempo

regular y absoluto, que existe con independencia del sol, pasó a ser de sentido común. Al principio, la gente seguía sintiendo que el mediodía debía coincidir con el momento en que el sol estaba más alto en el cielo, así que cada pueblo o ciudad siguió su propia hora media. Pero en el siglo XIX los horarios ferroviarios hicieron impracticable esa posibilidad, de manera que al final acabaron imponiéndose las zonas horarias. El siglo XX trajo la invención del «horario de verano», es decir, el cambio de hora para hacer un uso más conveniente de la luz del día, a la que se añadió la popularización de los viajes aéreos, que nos acostumbraron a saltar varias zonas horarias en un solo día. La idea del tiempo como un flujo independiente y abstracto es tan evidente que nos cuesta imaginarlo de otra manera.

Los relojes se fueron haciendo cada vez más precisos, ya que a los escapes mecánicos cada vez más sofisticados siguieron los cristales de cuarzo osciladores y luego las vibraciones atómicas ultrarrápidas. Y aunque las esferas circulares que en el pasado plasmaron el cosmos no han sido del todo sustituidas por las pantallas digitales, nuestra definición del tiempo ya no depende de la astronomía. En 1967, los científicos rompieron formalmente el vínculo entre el tiempo y el cielo cuando redefinieron la unidad fundamental del segundo. Tradicionalmente determinado por la rotación de la Tierra como 1/86.400 de un día[17], el segundo se describe ahora en términos de cierto número (más de nueve mil millones) de oscilaciones del átomo de cesio[18].

Ritmos de fracciones de segundo, demasiado rápidos para que el cerebro humano pueda percibirlos, subyacen ahora en aspectos de la sociedad como los sistemas de comunicaciones, la energía, las redes financieras, las imágenes cinematográficas y los resultados deportivos. Además, la percepción del paso del tiempo —la idea de gastarlo, ahorrarlo o desperdiciarlo— ocupa prácticamente cada momento de nuestras horas de vigilia. La importancia de la puntualidad y las consecuencias de llegar tarde están entre las primeras cosas que los niños aprenden y rara vez dejamos de ver u oír algún tipo de reloj. «Nuestra sensibilidad a esas señales está impresa y la ignoramos, ignaros del peligro que eso supone», dice

Landes.

Irónicamente, da la impresión de que cuanto más precisa es nuestra medición del tiempo, mayor es el sentimiento de que carecemos de él. Casi la mitad de los estadounidenses, por ejemplo, tienen la sensación de que les falta tiempo en la vida diaria. La percepción de «hambre de tiempo» es una de las razones que suelen alegarse para no comprometerse en actividades de ocio o de ayuda al prójimo, y también suele ir unida a una alimentación poco saludable y a problemas de sueño y estrés. Nuestra disposición a someternos al reloj es lo que hace posibles las complejidades y las oportunidades de la vida urbana moderna, pero estamos pagando un precio por dividir nuestras vidas en parcelas cada vez más pequeñas.

* * *

En los primeros años treinta del siglo XIV, Eduardo III visitó la abadía de San Albano. Cuando el rey vio el reloj, reprendió con delicadeza al abad Richard por haber descuidado las reparaciones en la iglesia y haberse gastado los recursos de la abadía en un simple reloj. Wallingford respondió que los futuros abades podrían reconstruir el monasterio, pero que después de su muerte nadie iba a ser capaz de terminar el reloj. Sabía que su vida tocaba a su fin. La lepra estaba empeorando y en 1334 estaba ya gravemente enfermo. Según las crónicas de la abadía, en 1335 una gran tormenta eléctrica incendió su habitación y a partir de entonces «apenas pasó un día sin sentir dolor hasta que su vida se apagó». Murió el 23 de mayo de 1336, cuando tenía unos cuarenta y cuatro años.

Por lo visto, el reloj que construyó seguía funcionando cuando el bibliotecario Leland lo vio en 1534. No duró mucho más. Enrique VIII acababa de romper con la Iglesia Católica Romana y empezaba a exigir a los monasterios ingleses que le entregaran sus riquezas. Leland recibió el encargo de recorrer los distintos edificios antes de que fueran vendidos para salvar los manuscritos o los objetos de valor que pudiera haber en ellos. «El cisma con

Roma no solo fue una ruptura histórica, además supuso una quiebra en el conocimiento histórico», escribe North. «En este sentido, debemos mucho a Leland, porque gracias a su labor la escisión fue menos grave». En cualquier caso, no pudo salvar el reloj. Al final, la iglesia de la abadía fue vendida a los habitantes de San Albano por cuatrocientas libras esterlinas y el reloj desapareció de la historia. Un estudio de 1631 sobre los monumentos pertenecientes a la Iglesia inglesa no lo menciona; lo más probable es que lo desmontaran debido al valor que tenían sus piezas de hierro. Quizá los habitantes de San Albano usaron varios de sus componentes para fabricar su propio reloj, que se renovó en época de Enrique VIII. En la actualidad, la torre del reloj sigue en pie y North ha señalado que el tamaño de la gran campana medieval hace pensar que en el pasado podría haber pertenecido a la abadía; además, la inscripción, *Missi de celis habeo nomen Gabrielis* («Soy un enviado del cielo, en nombre de Gabriel»), apunta a que procede de una iglesia. Así pues, el sonido del reloj de Richard se sigue oyendo.

Es indudable que las implicaciones de la tecnología de la que Richard fue pionero todavía resuenan en el mundo moderno. Las transformaciones sociales y filosóficas que inspiraron los relojes mecánicos contribuyeron a crear la visión científica del mundo que define a la sociedad occidental moderna. Además, impulsaron los asombrosos avances económicos y tecnológicos que permitieron a Europa salir del estancamiento de la Edad Media y dominar el planeta. Por lo demás, las máquinas que giraban solas provocaron, una vez más, una ruptura cardinal con el universo que habitamos. El tiempo ya no se encarna en los ciclos del cosmos, sino en unos relojes cada vez más exactos.

VI

Océano

La tripulación del Endeavour llevaba navegando dos meses sin ver tierra cuando, a finales de marzo de 1769, divisó grupos de algas marinas y aves que anidan en tierra: gaviotas pardelas, charranes y grandes rabihorcados negros. Después, pasaron sin detenerse por delante de unos islotes cubiertos de palmeras y, al amanecer del 11 de abril, llegaron por fin a su destino: los verdes y rugosos picos de Tahití.

El barco, robusto y con el fondo plano, había sido construido en forma de *collier*, o barco carbonero, en Whitby, en el noreste de Inglaterra —«un cubo de carbón flotante» como lo describe un autor— y posteriormente había sido rebautizado y reequipado para el pionero viaje al Pacífico. Con capacidad para una tripulación de doce personas en el pasado, su bodega se había transformado para procurar un espacio reducido a más de noventa hombres y tres años de provisiones. Había zarpado de Plymouth en agosto de 1768 lleno hasta los topes y capitaneado por un hombre que también había iniciado su carrera en el comercio de carbón de Whitby: el teniente James Cook.

La tripulación navegó hacia el sur a través del Atlántico, pasando por las colonias portuguesas de Madeira y Río de Janeiro, antes de detenerse para conocer a los habitantes de la Tierra del Fuego, situada en la punta de Sudamérica. Azotados por el granizo y la nieve, rodearon el traicionero Cabo de Hornos a finales de enero de 1769 y allí comenzó la larga y desalentadora navegación por el Pacífico.

Mientras surcaban miles de kilómetros de mar abierto, los

hombres de Cook esperaban la llegada a su destino con creciente entusiasmo. Los españoles habían navegado durante mucho tiempo por el Pacífico con galeones mercantiles, pero aún quedaban muchas partes de este vasto océano por explorar, y los imperios rivales de Gran Bretaña y Francia estaban empezando a enviar barcos a la zona buscando nuevas oportunidades territoriales y comerciales. Uno de ellos, la fragata inglesa HMS Dolphin, había arribado a Inglaterra varios meses antes de que zarpara el Endeavour. Sus marineros habían sido los primeros europeos en visitar Tahití y lo habían descrito como un paraíso tropical donde se habían dado un festín de frutas y carne de cerdo, y donde a cambio de un clavo de hierro o una cuenta de vidrio habían podido tener sexo con hermosas jóvenes de pechos desnudos.

A medida que la isla iba aumentando de tamaño en el horizonte, daba la impresión de ser tal y como la habían imaginado. Los abruptos picos boscosos estaban rodeados de árboles frutales, cocoteros y playas de arena negra, con lagunas y bahías turquesas encerradas en un anillo de arrecifes de coral. El 13 de abril el Endeavour ancló en la bahía de Matavai, en la costa norte de Tahití, y enseguida fue rodeado por una multitud de canoas abarrotadas de lugareños que agitaban brotes de plátano y cocos, frutipanes, manzanas de Tahití y pescado.

Durante sus tres viajes épicos, Cook descubrió más sobre el Pacífico de lo que cualquier europeo había hecho o haría jamás. Pero para mí, su primera visita a Tahití sigue siendo la más fascinante de su carrera. A bordo del Endeavour viajaba también un equipo de artistas y científicos dirigidos por el joven aristócrata y naturalista Joseph Banks, preparado para catalogar los nuevos paisajes y las especies que les estaban esperando. Los estudiosos no sabían, sin embargo, que iban a descubrir algo más: una cultura vibrante, dispersa de forma increíble por el océano, y una comprensión del cosmos tan ajena a la visión del mundo de la Ilustración que sus secretos aún no han acabado de descifrarse. Se trata de una historia que reescribió las conjeturas europeas sobre los límites de la navegación humana y la exploración de un vasto océano, y sobre nuestra relación con las estrellas.

Pero todo eso debía esperar: Cook tenía órdenes. Banks y él saludaron al jefe local, un viejo musculoso llamado Tuteha (los hombres intercambiaron regalos y Banks sintió tener que declinar las ofertas de hospitalidad sexual, porque las casas con techo de paja «carecían por completo de paredes»), y luego se pusieron a trabajar en una estrecha franja de arena en la costa norte de la isla. Cook eligió un punto que podía ser protegido por los cañones de la nave y rodearse con una robusta valla de madera, vigilada día y noche por marineros armados con mosquetes. El plan era montar varias tiendas de campaña en el interior y, con la ayuda del astrónomo Charles Green, meter en ellas los instrumentos fabricados por los mejores fabricantes de Londres, incluidos un cuadrante de latón y un sextante, al menos cuatro telescopios y dos relojes. En este campamento, erigido bajo la bandera de la Unión, Cook iba a llevar a cabo una misión vital para la seguridad, el orgullo y la riqueza de su país, una tarea pionera, considerada crucial para los esfuerzos británicos dirigidos a explorar y cartografiar —y, por tanto, dominar— el planeta. Lo llamó Fuerte Venus.

* * *

Siempre hemos confiado en el sol y las estrellas para precisar no solo el tiempo, sino también el espacio; durante la mayor parte de la historia de la humanidad, conocer la ubicación en el planeta y en el cosmos era algo inseparable. Mientras la Tierra gira sobre su eje, el cielo define nuestro rumbo: el sol, naciente y poniente, marca el este y el oeste; los polos celestes, alrededor de los cuales giran todas las estrellas, el norte y el sur. Por otra parte, la posición de los cuerpos celestes que podemos ver en cualquier momento nos revela el lugar de la superficie del globo donde nos encontramos. Los puntos de referencia pueden guiar en los viajes locales y una brújula magnética puede señalar un punto determinado, pero hasta las últimas décadas, la única manera de saber dónde estábamos en la Tierra era mirar hacia arriba.

Muchas especies animales se valen de las señales celestes,

desde los escarabajos peloteros, que usan la Vía Láctea para saber cómo volver a sus nidos, a las aves migratorias, e incluso a las focas, que se orientan por las estrellas. La capacidad de descifrar el mapa celeste también ha conformado la migración humana, las batallas y el comercio desde la Antigüedad, en particular durante los viajes oceánicos en los que no se veía la tierra. Se piensa que hace mucho tiempo, en el segundo milenio a. C., los minoicos que habitaban en Creta utilizaron las constelaciones de la Osa Mayor y la Osa Menor, que circunvalan el polo norte celeste, para guiar a los buques de guerra y las flotas comerciales que se dirigían hacia puertos lejanos; en la *Odisea* de Homero, compuesta en el siglo VIII a. C., el héroe errante mantiene al Gran Oso a su izquierda para poder navegar hacia el este, rumbo a casa.

Las estrellas que señalan el norte y el sur varían a medida que la Tierra oscila lentamente sobre su eje, un ciclo que dura 26.000 años. Actualmente no hay ninguna estrella en el polo sur (aunque la Cruz del Sur lo rodea) y durante los últimos siglos el polo norte ha estado bastante definido por Polaris, que se encuentra en la punta de la cola de la Osa Pequeña. Esta estrella —que está justo encima del Polo Norte terrestre—, conocida como la Estrella Polar, la Estrella Guía, o simplemente «la estrella», apenas se mueve, a diferencia del resto del cielo nocturno, y ha sido crucial para la navegación.

Además de indicarnos el norte, Polaris nos muestra la distancia a la que nos encontramos respecto a ese punto cardinal, conocida como latitud, en función de la altura a la que se encuentra en el cielo; la mayoría de los primeros instrumentos de navegación se basaban en este principio. Si la altitud de la estrella es de 50 grados, por ejemplo, nuestra latitud será de 50 grados al norte. En el ecuador (0° N), Polaris aparece en el horizonte; en el Polo Norte (90° N) está en lo más alto. Es posible que los primeros navegantes midieran la altitud de la estrella sosteniendo un palo a la distancia del brazo extendido; a finales del siglo IX, los mercaderes árabes determinaron su ángulo usando una *kamal*, una tabla de madera con una cuerda anudada. En el siglo XV, los navegantes portugueses, armados con el astrolabio náutico (que

mide la altitud usando un pesado anillo de latón marcado con los grados) navegaron hacia el sur, a través del Atlántico, hasta llegar a Madeira, las Azores, las islas de Cabo Verde y Sierra Leona. De esta forma se inició la llamada era de los descubrimientos, un período de exploración y expansión global europea que configuró el mundo moderno en los siguientes siglos.

A finales del siglo XV, aparecieron las tablas para calcular la latitud durante el día a partir de la altura del sol a mediodía, y el astrolabio náutico fue reemplazado poco a poco por unos instrumentos más precisos, la vara de Jacob y el cuadrante de Davis, en los que una barra ajustable se movía por una varilla de metal recta marcada en grados. Entretanto, los exploradores españoles se unieron a los portugueses, y más tarde se incorporaron también los ingleses, franceses y holandeses. Desde el siglo XVI, productos como el azúcar, las especias, la seda —y los esclavos— se transportaron por una red de rutas comerciales que atravesaban el Atlántico y el Pacífico.

Todo esto se logró sin poder determinar la longitud, es decir, la distancia recorrida hacia el este o el oeste. A diferencia del cielo nocturno, que revela fácilmente las diferencias norte-sur, la rotación de la Tierra implica que cuando se viaja hacia el este o el oeste no existe ningún punto fijo en el cielo que sirva como referencia. Los marineros tenían que estimar la distancia que habían recorrido calculando la velocidad a la que el agua se deslizaba junto al barco, o usar trucos como navegar hacia el este o el oeste a lo largo de unas líneas de latitud fijas hasta llegar a su destino. Pero eso significaba seguir unas rutas ineficientes, y los errores de navegación causaron la pérdida de numerosas vidas.

En el siglo XVI, la astrónoma holandesa Gemma Frisius se dio cuenta por primera vez de que, aunque concebimos la longitud en términos geográficos, es decir, como una posición en el *espacio*, respecto al cielo es, en realidad, una función del *tiempo*. Los observadores que se encuentran en longitudes diferentes están en distintos puntos de la rotación diaria de la Tierra, de manera que en cualquier momento podrán ver el Sol o las estrellas en un punto diferente del cielo; cuanto mayor sea la diferencia de longitud,

mayor será la diferencia horaria. Frisius sugirió que si un viajero conoce la hora del punto de partida y de su ubicación actual, puede determinar el cambio de longitud calculando la diferencia entre las dos[1].

Pero eso era más fácil de decir que de hacer. Si los relojes mecánicos no eran suficientemente fiables para medir el tiempo durante largos períodos en tierra, no digamos con los balanceos y las variaciones de temperatura y humedad que se producían durante un viaje oceánico. Otra idea fue la de usar el cielo como reloj. La Luna viaja relativamente rápido por el fondo estrellado, de forma que si se lograba predecir su posición futura en relación con ciertas estrellas o con el Sol a unas horas fijas cada día para un punto de referencia de longitud conocido, los marineros de cualquier parte del mundo podrían utilizar las observaciones lunares para calcular la hora local.

Una vez más, el problema seguía siendo la precisión. La trayectoria de la Luna en el cielo es terriblemente complicada, ya que se ve afectada por la gravedad tanto terrestre como solar, por lo que no era posible predecir sus movimientos en cualquier lugar del planeta con la exactitud necesaria para calcular la longitud. Dado que la nación que sacara ventaja en la navegación lograría un enorme beneficio territorial y comercial, establecer la longitud en el mar no tardó en ser la mayor preocupación intelectual de la época.

Fueron necesarios doscientos años para encontrar una respuesta. Durante ese tiempo, varios gobernantes europeos ofrecieron gigantescas sumas de dinero como premio por resolver el problema, y tanto Francia como Gran Bretaña crearon observatorios reales con financiación pública. Aunque ahora se las considera instituciones científicas, las instrucciones que el rey Carlos II dio en 1675 al primer astrónomo real de Gran Bretaña, John Flamsteed, no podían ser más claras: debía dedicarse a «rectificar las tablas de los movimientos celestes y las posiciones de las estrellas para averiguar la tan deseada longitud de los lugares y perfeccionar el arte de la navegación».

Los relojes de péndulo, que revolucionaron la medición del

tiempo en tierra, no funcionaron en los barcos en movimiento, pero permitieron aumentar la precisión de muchas observaciones astronómicas y, cuando se unieron a la teoría de la gravedad de Newton, publicada en 1687, ayudaron a los astrónomos europeos a predecir con exactitud las trayectorias de los principales cuerpos celestes, excepto la sinuosa de la Luna. Determinar la longitud en tierra era ya bastante sencillo, pero ni los relojes ni las tablas astronómicas, ni los instrumentos de observación eran lo suficientemente precisos para que se pudiera hacer en el mar.

Sin embargo, con el primer viaje de Cook al Pacífico en puertas, los dos métodos —los relojes y la astronomía— no tardaron en dar con un resultado práctico. En 1759, después de más de treinta años de experimentación, el carpintero de Yorkshire John Harrison se hizo famoso gracias a un dispositivo llamado H4: un pequeño reloj o cronómetro capaz de medir el tiempo en un barco. Valiéndose del sextante recién inventado, que permitía medir de forma más precisa que nunca la altitud en el mar, los navegantes podían comparar la hora local del mediodía con la hora en su lugar de procedencia.

En cualquier caso, cuando Cook zarpó en 1768, el H4 todavía estaba en fase de prueba y se discutía sobre él. Así pues, el capitán se valió de la Luna para encontrar Tahití. Los astrónomos y los matemáticos habían refinado las tablas lunares de Newton y en 1767 el quinto astrónomo real de Gran Bretaña, Nevil Maskelyne, había publicado el primer *Almanaque náutico*, donde figuraban las distancias lunares respecto al Sol previamente calculadas a intervalos de tres horas para Greenwich, Londres, donde tenía su sede el Observatorio Real[2]. El almanaque permitió que un navegante armado con un sextante y un reloj (para medir la hora local desde mediodía del día anterior) pudiera deducir la longitud en la que se encontraba en solo media hora, y Cook fue uno de los primeros en usarlo. Aun así, las tablas no eran perfectas, ya que tenían un margen de error de hasta 1,5 grados, que en el ecuador corresponde a más de mil millas náuticas. La razón era que seguían teniendo una enorme laguna en la comprensión del sistema solar, una laguna que Cook debía rellenar.

* * *

Tras instalarse en Tahití, Banks y su equipo empezaron a documentar la vida en la isla, pintando la vida salvaje (sentados dentro de unas mosquiteras para evitar que las nubes de moscas se comieran la pintura) y escuchando las melodías locales al ritmo de las flautas nasales. Banks también recibía una afluencia constante de isleños en su tienda, incluida, por ejemplo, una mujer que fue a verlo el 28 de abril, a la que describió como «de unos cuarenta años, alta y muy vigorosa, de cuya belleza, en caso de que un día hubiera gozado de ella, quedaba poco o nada». Un miembro de la tripulación, que había visitado Tahití con el *Dolphin*, dijo enseguida que se trataba de Purea, una jefa local que, según los marineros de ese barco, debía de haber sido reina de la isla, pero que, por lo visto, había sido destronada por Tuteha.

Entretanto, Cook aguardaba a que llegara su gran día. Hasta entonces, una de sus mayores preocupaciones era vigilar los clavos de hierro de la nave. La misión del Dolphin se había visto seriamente amenazada porque los marineros entregaban clavos a cambio de sexo, a tal punto que su indisciplinada tripulación había desmontado literalmente el barco buscando el hierro y los lugareños eran reacios a desprenderse de provisiones valiosas cuando podían conseguir de otra forma los materiales que deseaban. Así pues, Cook dictó estrictas reglas comerciales, bajo pena de flagelación, y estableció que el hierro y otros objetos necesarios solo podían ser moneda de cambio en caso de suministros esenciales (un clavo de punta a cambio de un cerdo pequeño; una cuenta de cristal blanco por diez cocos). El otro desafío era resistir al impresionante y prodigioso talento que los tahitianos tenían para el robo. En una ocasión sustrajeron unos prismáticos de teatro y una caja de rapé a dos compañeros de Banks; en otra, un lugareño murió asesinado mientras intentaba apropiarse de un mosquete. Dado que dependía de los isleños para aprovisionarse, Cook trataba de evitar como fuera un mayor derramamiento de sangre.

El 1 de mayo, Fuerte Venus estaba terminado y la tripulación

pudo por fin llevar a tierra los instrumentos astronómicos, que almacenaron en un recinto sometido a estrecha vigilancia. Pero, a la mañana siguiente, al desembalar el enorme cuadrante de latón, vieron que la caja estaba vacía: una pérdida que podía poner en peligro la misión. Cook encontró una solución pacífica: ordenó a sus hombres que se apropiaran de las canoas de Tuteha y de Purea y que las tuviesen custodiadas hasta que apareciera el cuadrante. Entretanto, Banks, acompañado de parte del equipo, se enfrentó al principal sospechoso, seguido de cerca por Cook y por un grupo de guardias armados. Tras amenazar a una multitud agitada con sus dos pistolas de bolsillo, Banks recuperó el cuadrante, aunque despedazado. Él y Cook volvieron a Fuerte Venus con las piezas de latón envueltas en hierba, satisfechos con el resultado de su excursión. Cuando llegaron, sin embargo, Cook se quedó consternado al encontrar a Tuteha retenido contra su voluntad, convencido de que lo iban a ejecutar. Cook y el jefe tardaron varios días en hacer las paces (y en restablecer el suministro de alimentos), momento que celebraron con una exhibición de lucha libre y un cerdo asado.

La canoa de Purea todavía estaba en el Endeavour, así que a la mañana siguiente la jefa envió a un consejero para que recuperara su propiedad. El hombre pasó todo el día en el barco europeo, fascinado por él, en particular por los artistas y los científicos que se encontraban a bordo, y esa noche durmió bajo el toldo de la canoa. En un principio, Banks no demostró gran interés por él, solo notó con sarcasmo que «tenía un compañero, aunque midiera menos de un metro quince». Pero a partir de entonces, el visitante pasó cada vez más tiempo con el grupo de Banks y llegó a convertirse en su consejero y guía, incluso puede que en amigo. Además de ser sumo sacerdote y, tal vez el hombre más erudito de Tahití, era también un experto en tradiciones religiosas, medicina, astronomía y navegación. Se llamaba Tupaia.

* * *

Para alivio de Cook, después de una noche de tiempo variable, la

mañana del 3 de junio amaneció sin una nube en el cielo. Él, Green y el botánico Daniel Solander solo disponían de un par de horas para hacer las últimas comprobaciones con el equipo, incluido el vanguardista reloj de péndulo, que se encontraba en una caja alta de madera, y una serie de telescopios de latón grueso, cuyos soportes de trípode habían colocado en lo alto de unos barriles hundidos en la arena. Justo después de las 7:21 a.m. se produjo el momento que esperaban: un débil punto negro —el planeta Venus — comenzó a arrastrarse por el ardiente disco solar. El minúsculo píxel contenía un gran mensaje para aquellos que sabían lo suficiente para decodificarlo: el tamaño de todo el sistema solar.

En los últimos dos siglos la noción científica del lugar que ocupamos en el universo ha sufrido un auténtico cataclismo. El sistema ptolemaico de esferas centradas en la Tierra perduró un milenio y medio, hasta que en 1543 el astrónomo polaco Nicolaus Copernicus le dio la vuelta al sugerir que todos los planetas, incluida la Tierra, orbitan alrededor del Sol. Desde entonces, las observaciones telescópicas realizadas por astrónomos como Galileo y Kepler habían demostrado de forma abrumadora que Copérnico tenía razón. En lugar de mirar desde una posición privilegiada en el corazón fijo del cosmos, estamos aferrados a uno de los numerosos planetas que se precipitan alrededor de nuestra estrella más cercana. Este cambio de perspectiva tuvo enormes implicaciones para la humanidad. Pero para determinar nuestra posición en la superficie del globo no era suficiente describir la disposición de los planetas. Para resolver la compleja interacción de los efectos gravitatorios en la Luna —vital para mejorar las tablas lunares que se utilizaban para calcular la longitud— era necesario conocer no solo los movimientos del sistema solar, sino también su dimensión absoluta, en concreto la distancia que existía entre la Tierra y el Sol.

Los intentos de medir la escala del sistema solar se remontan a los astrónomos griegos, como Hiparco, que fue pionero en la aplicación de un método conocido como el paralaje. Basado en el principio de que, cuando vemos los objetos desde diferentes ángulos, los más cercanos parecen cambiar más de posición que los

otros, se valió de las observaciones a simple vista, realizadas a cientos de kilómetros de distancia, para estimar la distancia que existía entre la Luna y la Tierra. En el siglo XVII, los astrónomos, armados con telescopios y basándose en las matemáticas de Newton, volvieron al método de Hiparco. Este requiere la medición de minúsculos cambios aparentes en el cielo, algo que el lejano y ardiente disco solar impide casi por completo. Pero Kepler había demostrado la existencia de una simple relación matemática entre el tamaño de la órbita de un planeta y el tiempo que este tarda en completar una revolución. Esto permitió a los astrónomos calcular a partir de los períodos orbitales la manera en que todas las distancias del sistema solar están relacionadas: bastaba determinar una para conocer el resto.

En 1716, el segundo astrónomo real de Inglaterra, Edmond Halley, sugirió que era posible medir el paralaje de un planeta con una precisión inaudita observando el paso de Venus por delante del Sol, una circunstancia que se denomina «tránsito». Varios observadores situados en lugares alejados entre sí podían ver a Venus desplazándose por el disco solar a lo largo de unas líneas paralelas y a continuación calcular el paralaje del planeta cronometrando el tiempo que había tardado en producirse el tránsito en cada lugar[3]. Se trataba de un plan ambicioso, que requería observadores en todo el mundo que debían cronometrar las horas que duraba el tránsito al segundo, y el siguiente no se esperaba hasta 1761.

Cuando llegó el momento, Francia y Gran Bretaña estaban combatiendo en la guerra de los Siete Años, un enfrentamiento por el control global de ciertos territorios en el que participaron todas las grandes naciones europeas. En cualquier caso, los dos enviaron equipos de astrónomos; pero la contienda, además del tiempo nublado y la mala planificación, frustró muchas de las observaciones y los resultados no fueron concluyentes. Cuando la guerra terminó, en 1763, empezaron a planificar el siguiente tránsito, que debía producirse seis años más tarde y que iba a ser la última oportunidad de hacerlo durante más de un siglo. Con las naciones rivales compitiendo por el prestigio y el poder, la

persecución de Venus se convirtió en la carrera espacial del siglo XVIII. «Nos corresponde a nosotros aprovechar al máximo las posibilidades que ofrece la situación favorable de Venus en 1769 —dijo el astrónomo de Oxford Thomas Hornsby cuando elaboró el plan para Gran Bretaña— porque estamos seguros de que las distintas potencias europeas volverán a enfrentarse para determinar cuál de ellas es la más relevante para solucionar este gran problema».

Los equipos patrocinados por los británicos se dirigieron en un primer momento hacia Noruega y Canadá y añadieron a Tahití a última hora, cuando el Dolphin comunicó su descubrimiento. A bordo del Endeavour había dos astrónomos: no solo Green, que había observado el tránsito de 1761, sino el propio Cook, que había aprendido astronomía marítima mientras estudiaba la topografía de la costa norteamericana[4]. El 3 de junio la pareja llevaba ya varias semanas usando el sextante y el cuadrante recién reparado para determinar la longitud y la latitud precisas de Fuerte Venus, una información tan vital como la medición del tránsito. Más tarde, usaron los telescopios para observar atentamente los momentos en que el punto de Venus entraba y salía del disco solar, a la vez que oían el tic-tac del reloj.

Cook envió a varios compañeros del Endeavour a vigilar el tránsito desde dos lugares cercanos por si había nubes. Banks se puso al frente del grupo que fue a la pequeña isla de Mo'orea y por su diario sabemos que invitó al jefe local a observar los eventos a través de su telescopio; después aparecieron «tres isleñas jóvenes y atractivas» que lo persuadieron sin demasiadas dificultades para que pasara la noche con ellas. En Fuerte Venus, Cook no da cuenta de ese tipo de distracciones, pero se sintió un poco decepcionado por los resultados. Un fenómeno óptico conocido como el «efecto de la gota negra» había desdibujado los momentos exactos en los que el tránsito había comenzado y terminado[5], y los tiempos del grupo presentaban diferencias de hasta trece segundos.

Otros observadores se enfrentaron al mismo problema, y los matemáticos que analizaron los datos en todo el mundo obtuvieron distintos resultados[6], así que al final el cálculo de la distancia entre

la Tierra y el Sol no mejoró hasta que se produjo el siguiente tránsito, en 1874. Algunos historiadores sostienen que Cook debería haberse sentido orgulloso de sus resultados. El astrónomo Hornsby, basándose en observaciones procedentes de Tahití, Canadá, de un equipo francés de la Baja California[7] y de los equipos de Rusia y Escandinavia, calculó una distancia media entre la Tierra y el Sol de 149.623.007 kilómetros, a un pelo del valor moderno aceptado que se obtiene haciendo rebotar las señales radar en Venus y Marte[8].

Mientras tanto, los exploradores europeos seguían basándose en las estrellas para trazar los mapas del planeta. Incluso después de que empezaran a utilizarse los cronómetros, los navegantes aún tenían que verificarlos con regularidad en función de las distancias lunares para determinar la hora de forma absoluta. Cook se valió de los dos métodos en sus dos viajes posteriores para trazar mapas de la costa, de la Antártida a Alaska y Hawái, donde fue asesinado en 1779 después de haber cometido el error garrafal de tomar como rehén a un jefe para recuperar bienes robados.

Hubo que esperar hasta los años setenta y ochenta del siglo XIX, cuando los cables de telégrafo transoceánicos enviaban diariamente señales horarias precisas a todos los puertos (que, a su vez, las transmitían a los barcos visitantes dejando caer una esfera o disparando un fusil), para que el método de la distancia lunar dejara de ser necesario. A principios del siglo XX, las señales de radio permitían a los marineros comprobar el cronómetro de un barco incluso cuando estaban mar adentro. Para entonces, las naciones europeas habían podido colonizar y dominar el globo gracias a los territorios y las rutas transoceánicas que Cook y otros topógrafos navales habían descubierto. Como dice David Barrie, autor del libro *Sextant*, publicado en 2014: «El nuevo orden mundial dependía de los buenos mapas».

De vuelta a Tahití, después de haber seguido el tránsito con éxito, era hora de festejar. El 5 de junio de 1769, cuando todos los observadores habían regresado a Fuerte Venus, Cook celebró una fiesta con ocasión del cumpleaños del rey e invitó a los jefes locales, quienes brindaron por «Kihiargo», lo más parecido al «rey

Jorge» que pudieron pronunciar. El Endeavour permaneció en Tahití varias semanas más, durante las cuales Cook inspeccionó la costa de la isla. Luego, cuando llegó el momento de zarpar, hizo algo sin precedentes, algo que en última instancia contribuyó a revelar una visión muy diferente del cosmos. Aceptó que Tupaia se uniera a la tripulación.

* * *

Tupaia era un sumo sacerdote de los *arioi*, un grupo secreto que adoraba al dios de la guerra, ʻOro. Originariamente asentados en Raiatea, una isla a doscientos cincuenta kilómetros al noroeste de Tahití, combinaban una oscura tradición de sacrificios humanos con extravagantes exhibiciones de música, comedia y danza erótica. Cuando Tupaia era joven, los *arioi*, luciendo trajes de color escarlata y tatuajes negros, habían navegado de una isla a otra para asombrar y entretener a los lugareños a cambio de festines y regalos. A finales de 1750, cuando Raiatea fue invadida por guerreros de la cercana Bora Bora, Tupaia huyó a Tahití. Allí se convirtió en consejero de Purea y en uno de los hombres más poderosos de la isla. Pero cuando el Endeavour llegó a la isla, Purea había sido derrotada y el futuro de Tupaia era incierto. Por eso, mientras los extraños visitantes se preparaban para partir, les pidió que lo llevaran a Inglaterra.

Banks, que había disfrutado conversando con el erudito sacerdote, imaginó cuánto podía entretenerse con él. «No sé por qué no puedo quedármelo como una curiosidad», escribió. «Algunos de mis vecinos tienen leones y tigres que, sin duda, les cuestan más de lo tendré que pagar por él». Entretanto, Cook, que en un principio se había mostrado reacio a aceptar a Tupaia, convino en que el conocimiento que el sumo sacerdote tenía sobre las islas locales podía serles útil. Cuando el Endeavour zarpó de la bahía de Matavai en la mañana del 13 de julio, Banks y Tupaia subieron a la cabeza del mástil, donde permanecieron mucho tiempo, saludando a las canoas que seguían al barco antes de que este se alejara. A Banks no le impresionó el «clamoroso llanto» de

los isleños, pero se dio cuenta de que Tupaia estaba realmente emocionado, ya que hizo un aparte y derramó «algunas lágrimas sinceras, a juzgar por los esfuerzos que le vi hacer para ocultarlas».

Durante el mes siguiente, Tupaia guio al Endeavour por las islas vecinas (que Cook denominó Society Islands), incluida Raiatea, e impresionó a la tripulación por su habilidad para navegar sin utilizar instrumentos ni cartas náuticas. Pasó horas en cubierta —señalando las estrellas clave por la noche y observando los patrones del oleaje durante el día— y cuando le preguntaban dónde estaba Tahití, siempre sabía señalar la dirección.

Después de la gira local, Tupaia instó a Cook a navegar hacia el oeste, asegurándole que había más islas a unos doce días de navegación. Si Cook hubiera seguido las instrucciones de Tupaia, habría llegado a Tonga, Fiji y Samoa, que están a más de dos mil quinientos kilómetros de distancia. Pero Cook tenía otras órdenes que cumplir —«Instrucciones adicionales y secretas» del almirantazgo— después de haber observado el tránsito con éxito. Debía buscar el «continente sur», una enorme y fértil masa de tierra que, en opinión de los académicos de su país, debía de estar en los confines del océano Pacífico para equilibrar el peso de Europa, Asia y Rusia en el norte. El 9 de agosto, Cook se dirigió hacia el sur.

No encontró el legendario continente (en su segundo viaje por el Pacífico pudo demostrar, después de cruzar varias veces el círculo polar antártico, que no existía). Pero el 9 de octubre el barco llegó a Nueva Zelanda, donde Cook hizo un descubrimiento diferente en la playa de Poverty Bay: Tupaia podía hablar con los jefes nativos. El encuentro se ha descrito como un momento extraordinario en la historia del mundo. Los británicos no podían hacerse entender al otro lado del Canal de la Mancha, pero Tupaia y los maoríes compartían una lengua común en más de la mitad de un océano[9].

A lo largo de su carrera, Cook se sorprendió al ver que esta herencia compartida no dejaba de extenderse. Como dice un antropólogo, Cook «descubrió la Polinesia» y comprobó que todos los pueblos de las islas del triángulo oceánico delimitado por

Hawái, la isla de Pascua y Nueva Zelanda —manchas en una inmensidad de seis millones de millas cuadradas marítimas— compartían un único idioma y cultura: las mismas azuelas de piedra, anzuelos, casas de paja y canoas. «Es extraordinario que la misma nación se haya extendido por todas las islas de este vasto océano, que ocupa casi un cuarto de la circunferencia del globo», escribió Cook cuando visitó la remota isla de Pascua en 1774.

A otros exploradores europeos también les asombró la presencia de prósperas comunidades en las pequeñas y dispersas islas del Pacífico, separadas por cientos, incluso miles, de millas. A diferencia de los navegantes occidentales, los marineros polinesios carecían de instrumentos y cartas marítimas: no tenían telescopios ni sextantes, ni tablas lunares. ¿Cómo podían haber llegado a las diferentes islas recorriendo unas distancias inmensas en mar abierto? Entre las posibles teorías estaba la que aseguraba la existencia en el pasado de un continente habitado, que se habían hundido dejando solo a la vista sus cimas sobre la superficie del agua; o la que sugería que Dios había creado a los isleños en su lugar. Pero después de conocer a Tupaia a Cook se le ocurrió una idea diferente.

En marzo de 1770, poco antes de dejar Nueva Zelanda para regresar a casa a través de Australia e Indonesia, Cook escribió la larga lista de islas del Pacífico que le dictó Tupaia y mencionó en sus notas un gráfico «dibujado por el mismo Tupaia» que mostraba la ubicación de setenta y cuatro de ellas. Aunque el mapa original no ha llegado hasta nuestros días, la copia de Cook se conserva en la British Library Británica de Londres. El papel amarillento está salpicado con los contornos de las islas, que aparentemente se extienden más allá de las Society Islands. Cook creía en la posibilidad de que los polinesios hubieran cruzado de verdad el Pacífico, viajando de una isla a otra y «usando el Sol a modo de brújula durante el día, y la Luna y las estrellas por la noche».

No dijo cómo lo habrían hecho; según parece, Tupaia no podía o no quería explicarlo. En el mes de diciembre, después de más de un año a bordo del Endeavour durante el que sobrevivió a peligros como el escorbuto y una colisión casi catastrófica con la

Gran Barrera de Coral, Tupaia murió de fiebre en el puerto Batavia (ahora Yakarta)[10], que en esos momentos estaba siendo azotado por la enfermedad. El mapa que dejó ha fascinado a los estudiosos desde entonces.

* * *

Los arqueólogos concuerdan ahora en que los habitantes del Pacífico sí migraron por mar, como sugirió Cook, moviéndose hacia el este desde el sudeste asiático a partir del segundo milenio a. C., y que lo hicieron en varias etapas en dirección a Tonga, Hawái y la isla de Pascua, antes de llegar mucho después a Nueva Zelanda, quizá en el año 1200 d. C. Pero, aunque en un principio las historias que Cook y otros exploradores contaron al volver a casa inspiraron ideas románticas sobre la extraordinaria capacidad de los polinesios para navegar guiados por las estrellas, en los años cincuenta del siglo pasado el escepticismo borró el entusiasmo inicial.

El mapa de Tupaia parecía estar totalmente equivocado. Tras haber comprendido la geografía del Pacífico, la mayoría de las islas que Tupaia había mostrado no se podían identificar o se encontraban en lugares distintos. Además, los relatos de los exploradores sobre la manera en que navegaban los sacerdotes como Tupaia eran incompletos. Por si fuera poco, la población de Polinesia había sido diezmada por las enfermedades que habían introducido los europeos y debido a ello se habían perdido grandes reservas de conocimiento cultural. La habilidad para navegar recorriendo largas distancias cayó en el olvido y ciertos críticos influyentes, como el historiador neozelandés Andrew Sharp, insistieron en que en realidad nunca existió. Sharp afirmó que era imposible que los polinesios hubieran sabido orientarse en distancias tan largas sin instrumentos astronómicos ni cartas náuticas. Las nuevas islas debían de haber sido colonizadas por casualidad, cuando las canoas que se perdían tenían la suerte de ser arrastradas hasta costas distantes.

Los disidentes se apresuraron a defenderse reconstruyendo las

canoas tradicionales y probándolas en largos viajes. En la década de 1970, Ben Finney, un antropólogo de la Universidad de Hawái, ayudó a construir un barco llamado Hokule'a («Estrella de la alegría»). Los cascos gemelos de la canoa, de diecinueve metros de largo, se amarraron para sujetar una cubierta, dos mástiles con velas marrones de pinza de cangrejo y una tripulación de dieciséis personas. Capitaneada por el navegante micronesio Mau Piailug (no se encontró ningún polinesio con la pericia necesaria), Hokule'a navegó en 1976 dos mil millas náuticas, desde Hawái hasta Tahití, sin la ayuda de instrumentos modernos. Cuando llegó, al cabo de treinta y tres días, fue recibido por una multitud eufórica de más de diecisiete mil personas. «Ninguno de nosotros estaba preparado para ese tipo de reacción cultural», dijo Nainoa Thompson, actual presidente de la Sociedad de Viajes de la Polinesia. La travesía cambió la identidad del pueblo hawaiano, añadió más tarde. «Pasamos de ser unos náufragos, a convertirnos en descendientes de los mejores navegantes del mundo».

Los hallazgos arqueológicos y genéticos más recientes están revelando que en el pasado los polinesios navegaron y comerciaron habitualmente con las lejanas islas del Pacífico, e incluso con América mucho antes de la llegada de Colón, y los investigadores analizan los pocos indicios que quedan para comprender cómo lo hicieron. Una de las explicaciones más influyentes es la del marinero y erudito polinesio David Lewis, quien, tras estudiar las descripciones históricas de la navegación polinesia y entrevistar a los navegantes micronesios supervivientes, descubrió un sistema casi inimaginable, completamente distinto del método occidental.

Polaris, tan crucial para los navegantes europeos, no se puede ver en el hemisferio sur, de manera que, en lugar de medir las altitudes, los navegantes del Pacífico utilizaron una «brújula estelar», es decir, se orientaron a partir de los puntos de ascenso y descenso de las estrellas en el horizonte[11]. Cada una de ellas solo es visible en el horizonte durante un breve período de tiempo, por lo que mantener el rumbo durante la noche implicaba seguir una sucesión de estrellas —un «camino estelar»—, un método que requería que los marineros memorizaran los patrones de ascenso y

descenso de cientos de estrellas en todo el cielo. Este sistema se complementaba con las observaciones del Sol, la Luna, la dirección del viento y el oleaje oceánico, así como con señales que indicaban la presencia de islas, como las formaciones de nubes o las aves que anidaban en tierra. Es un proceso que implica el uso de todos los sentidos para detectar y asimilar señales sutiles: cambios en el color del agua o incluso el sabor del mar. Lewis contó que si las nubes o la niebla impedían a un navegante ver la dirección de las olas que se acercaban a su canoa, este se paraba con las piernas separadas para sentir los patrones de oleaje siguiendo el balanceo de sus testículos.

Dominar estas técnicas implicaba un largo y riguroso entrenamiento que comenzaba en la primera infancia. Los navegantes crearon complejos mapas mnemotécnicos utilizando cantos, historias y danzas, mezclados con metáforas visuales —como la Cruz del Sur en forma de diamante, como un «gran pez ballesta»— y creencias religiosas. Una de las fuentes más importantes de la cosmología polinesia proviene de Bora Bora, donde un misionero occidental registró en 1818 un antiguo canto que le recitó una anciana llamada Rua-nui. Se trata de una historia sobre la creación del cosmos y describe cómo, cuando el mundo comenzó, las estrellas navegaron en sus canoas a todos los rincones del cielo antes de crear a los «reyes de los jefes de la tierra». Cuando Tupaia y sus compañeros navegaban por las estrellas no solo seguían el rumbo que marcaba la brújula. Además, seguían los viajes celestes de sus antepasados.

El canto de Rua-nui también cuenta que el cielo estuvo una vez sostenido por unos pilares, que más tarde se convirtieron en estrellas, como Antares, «el pilar de entrada», Aldebarán, «el pilar para tatuar», y Alfard, «el pilar para deliberar». En 2010, los investigadores, incluido el agrimensor y navegante neozelandés Stan Lusby, sugirieron que este pasaje podría aludir a un programa de enseñanza destinado a los sacerdotes como Tupaia que quizá se llevaba a cabo en el interior de una casa tradicional con pilares que representaba la bóveda celeste.

También podría ser un indicio de la manera en que los

polinesios encontraron nuevas islas por primera vez. (En las recreaciones de los viajes oceánicos, las direcciones de navegación se obtienen a partir de cartas de navegación modernas y luego se transfieren a una brújula estelar de estilo polinesio). Lusby sugiere que los pilares de Rua-nui no son estrellas individuales, sino parejas de estrellas. Cuando la estrella inferior está en el horizonte, cualquier pareja de estrellas solo aparece vertical en determinada latitud. Lusby mostró que los pilares definidos por estrellas consecutivas en el antiguo canto habrían generado un sistema de rutas marítimas que cruzaban el Pacífico de este a oeste. Quizá las canoas navegaban rumbo al norte o al sur hasta que un pilar estelar aparecía vertical; a continuación, lo seguían dirigiéndose hacia el este o el oeste, hasta llegar a tierra. Es posible que los primeros sacerdotes polinesios se hicieran eco de los viajes celestes que se describen en el canto enviando misiones a lo largo de las líneas de posición definidas por las estrellas. Otras tripulaciones podrían haber seguido y llegado al mismo destino, incluso si el primer barco nunca había regresado. Una vez que se conocía la ubicación de una isla, se podían derivar los caminos estelares que llevaban hasta ella por la ruta más directa.

Es una sugerencia especulativa, pero muestra la manera en que los viajes de exploración y comercio habrían sido posibles con las herramientas que los polinesios tenían a su alcance. Y la imagen de un pilar mitológico enderezándose en el horizonte cada noche demuestra a la perfección su enfoque holístico. Mientras Cook utilizó observaciones astronómicas precisas para calcular su posición a partir de tablas y gráficos, su homólogo polinesio se habría basado en la asimilación de una compleja red de pistas sensoriales, recuerdos, historias y creencias. Como dice la arqueóloga francesa Anne Di Piazza, ese tipo de navegación no consiste en una suma de conocimientos, sino en «una forma de ser y de concebir el mundo».

Esta constatación incitó a Di Piazza y a su compañero Erik Pearthree a volver a Tupaia y su mapa.

* * *

El mapa de Tahití que realizó Cook, cuidadosamente trazado sobre la base de las observaciones astronómicas que había llevado a cabo en la costa de la isla, es —como todos los mapas— una mezcla fascinante de realidad e imaginación. Muchos aspectos de su representación se asemejan a las vistas aéreas de la isla: dos lóbulos de tamaño desigual, una explosión de montañas y ríos, un friso de arrecifes de coral. Pero otras características que incluye carecen de una equivalencia visible. El océano ondulado fue reemplazado por una cuadrícula, numerada en grados (contados al oeste de Greenwich y al sur del ecuador), una barra de escala y una flecha que apunta hacia el norte. Estas convenciones, desarrolladas a lo largo de los siglos, son ahora tan naturales que apenas si las notamos, pero llegaron a definir nuestra manera de ver el mundo físico.

Según sabemos, el primer pueblo que incorporó elementos matemáticos a los mapas fue, por descontado, el babilonio, que introdujo tanto la escala como la orientación en los bosquejos de las áreas locales de tierra. Pero los griegos fueron los primeros en trazar todo el globo. Esta tarea no se podía desligar de los esfuerzos por cartografiar el cielo. En el siglo V a. C., el astrónomo Eudoxus describió un cosmos esférico que tenía su centro en la Tierra y para demostrarlo construyó una esfera celeste: un mapa del cielo visto desde el exterior que miraba hacia dentro. Además de las estrellas, marcó otros elementos significativos como los polos celestes, el ecuador y los trópicos (la trayectoria del sol a través del cielo en los equinoccios y los solsticios, respectivamente). Cuando los astrónomos realizaron más tarde los globos terrestres, trazaron los mismos puntos y círculos sobre la superficie de la Tierra.

Durante el siglo III a. C., el astrónomo Eratóstenes comparó las sombras de ciudades distantes para calcular la longitud del ecuador, es decir, la circunferencia de la Tierra. Entonces solo era cuestión de geometría computar la longitud de cualquier circunferencia paralela que rodeara el planeta y convertir las diferencias de latitud —calculadas a partir de las observaciones astronómicas— en distancias. El hombre por fin había entendido la

extensión total de la Tierra y pudo empezar a cartografiar los lugares que conocía (aunque, dado que la longitud solía tener que estimarse a partir de los informes de los viajeros, los resultados no eran muy exactos). Cuatrocientos años más tarde, Ptolomeo creó un manual de cartografía vanguardista, *Geographia*, en el que explicaba diferentes maneras de proyectar la superficie curva de la Tierra en un mapa plano —técnicas que habían sido desarrolladas antes por los astrónomos que cartografiaban el cielo— y enumeraba las coordenadas sistemáticas de unos ocho mil lugares en el mundo conocido.

Durante la Edad Media, el trabajo de Ptolomeo cayó en el olvido en Europa (aunque los estudiosos de habla árabe lo conocían). En cambio, se popularizaron las representaciones religiosas del cosmos llamadas *mappae mundi*. Estas eran simbólicas, no científicas: un ejemplo muy conocido es el de la catedral de Hereford, Inglaterra, que muestra el mundo como una única masa de tierra rodeada por un océano circular, con el centro en Jerusalén, donde la representación de las ciudades y los pueblos se mezcla con escenas bíblicas, que se producen bajo la mirada atenta de Cristo, que aparece sentado en un trono. Pero en 1406 *Geographia* fue traducida al latín y revolucionó la visión occidental del mundo. Por primera vez en más de mil años, la gente se dio cuenta de que el mundo conocido (que abarcaba Europa, Asia y África) solo ocupaba una pequeña parte de la superficie terrestre. Quedaba mucho más por descubrir y, mientras los exploradores, de Colón a Cook, surcaban los océanos, Ptolomeo les dio las herramientas que les permitieron registrar sus hallazgos.

Sustituyendo el mito y la religión por la longitud y la latitud, por fin fue posible convertir los lugares en posiciones fiables y crear un registro objetivo del mundo físico que no estuviera contaminado por creencias o experiencias personales. Esto permitió a Cook trazar un rumbo fiable en sus cartas de navegación desde el punto de partida hasta el de destino, tal y como hacemos hoy en día cuando seguimos un mapa. Pero en 2007, Di Piazza y Pearthree señalaron que un navegante polinesio como Tupaia no habría viajado así, desde luego. Argumentaban que generaciones de

eruditos con ojos y cerebro occidentales habían mirado mal el mapa del sumo sacerdote.

A pesar de que aún quedan muchos aspectos por entender de la navegación polinesia, uno de sus conceptos clave es *etak*, que significa navegación de «isla en movimiento», en la que el marinero piensa que su canoa está parada durante todo el viaje y que son el agua y las islas circundantes las que pasan por su lado[12]. Cuando seguimos un mapa occidental, nos imaginamos mirándolo desde lo alto con vista de pájaro; el terreno permanece quieto mientras nosotros nos desplazamos por él. En cambio, un viajero polinesio permanece en el centro de su cosmos, siguiendo las estrellas mientras el océano cambia a su alrededor. No determina su posición imaginando la distancia recorrida en un mapa, sino calculando las coordenadas de las islas relevantes para el lugar donde se encuentra, incluso si no puede verlas, lo que, a escala mucho mayor, equivale a ser capaz de dirigirse hacia un mueble determinado en una habitación familiar incluso si este está a nuestras espaldas.

Un ejercicio de entrenamiento que se realiza en la pequeña isla del atolón de Puluwat, llamado «sondeo del agujero del arrecife», ayuda a demostrar este método. Los alumnos que están aprendiendo a navegar se imaginan a un pez loro viviendo en un profundo agujero en el arrecife de su isla. Cuentan que, al introducir un palo en el agujero, el pez huye al agujero del arrecife de otra isla, y mientras lo hace, ellos recitan el camino estelar que lleva hasta allí. Luego se trasladan mentalmente a esa isla y repiten el ejercicio, hasta que visitan todas las islas vecinas. Pistas como esta hicieron que Di Piazza y Pearthree sugirieran que el mapa de Tupaia no era en realidad un mapa, al menos no como lo entendemos nosotros, sino más bien un compuesto o mosaico de direcciones de navegación con distintos centros.

Para demostrar esta idea, los investigadores consideraron las islas más grandes del mapa como una serie de puntos centrales y calcularon los ángulos de cada una de ellas respecto a sus vecinas. Luego los superpusieron en el mapa de Tupaia y descubrieron que las coordenadas centradas en cinco de los puntos de partida,

incluidas Tahití y Raiatea, coincidían con la ubicación de más de la mitad de las islas del mapa, comprendidas también las Australes, las Cook y las Marquesas[13]. A diferencia de un mapa occidental, en que las islas «tienen posiciones fijas», afirman que el centro del mapa de Tupaia es una «coordenada subjetiva», que depende de la posición de la persona que lo lee.

Di Piazza y Pearthree sugieren que cuando Cook copió el dibujo de Tupaia, añadió las direcciones de la brújula y una escala. Tenía tan arraigada la concepción de lo que debía ser un mapa —al igual que innumerables estudiosos desde entonces— que no podía imaginarlo de otra manera. Pero una vez decodificado, el mapa de Tupaia, tan desacreditado en el pasado, revela el conocimiento de las islas que van desde Samoa en el oeste hasta Tuamotus en el este, una región del océano Pacífico tan extensa como los Estados Unidos.

* * *

Dibujando líneas de longitud y latitud alrededor de nuestro planeta, cambiamos la relación que nos une con el espacio donde habitamos. En los *mappae mundi* medievales no solo aparecían lugares, sino también personas, criaturas y sucesos, tanto reales como míticos. El tiempo y el espacio se mezclaron; la importancia que se atribuía a cada lugar dependía de la percepción de su relevancia; las escenas se pintaron tal y como aparecían al ojo humano. Con el cambio a los mapas ptolemaicos, este marco moral e histórico fue reemplazado por uno matemático.

Las nuevas cartas de navegación, compiladas de acuerdo con las observaciones astronómicas, se realizaron para representar una proyección geométrica, en lugar de un punto de vista humano, y se dimensionaron en función de una escala regular y no del mito o el capricho. Dicho de otra manera, trataron cada lugar por igual, como un simple par de coordenadas, fuera cual fuera su significado cultural. Este cambio, que parece natural y obvio hoy en día, tuvo unas implicaciones fundamentales. Nuestra experiencia subjetiva del mundo ya no era la «verdad». Reforzada por el descubrimiento

de que la Tierra no ocupa el centro del cosmos, lo que estos mapas suponían en última instancia era la existencia de una realidad más profunda y objetiva, un terreno que solo podía manifestarse con precisión después de haberse despojado de las creencias e impresiones personales.

En el siglo XVII, Descartes completó este concepto cuando describió la manera de utilizar las coordenadas numéricas (ahora conocidas como «coordenadas cartesianas») para describir no solo lugares en un mapa, sino también formas y líneas geométricas, dejando atrás el universo físico y creando nuevos reinos de espacio puramente matemático. Al no estar ya definido por los lugares físicos y los acontecimientos que se producen en él, el espacio se extendía de forma independiente, de acuerdo con una cuadrícula matemática uniforme.

En otros términos, al igual que hemos abstraído el tiempo y a Dios, también hemos abstraído el lugar. La visión cartesiana, en la que nos movemos entre puntos fijos, objetivos, es la base de la ciencia moderna y ha llevado a unos avances tecnológicos impresionantes. Los mapas e instrumentos que utilizaron los exploradores europeos permitieron que sus barcos conquistaran la tierra. Desde entonces hemos elevado ese enfoque a unas alturas exquisitas. Empleamos una tecnología cada vez más sofisticada para navegar, no solo por el océano, sino también a través del sistema solar, mientras que las flotas de satélites artificiales (equipados con relojes atómicos) han reemplazado a las estrellas y nos permiten seguir posiciones en la Tierra incluso a pocos metros de ella. Gracias a la información del GPS que ahora se envía habitualmente a los coches y los teléfonos, podemos encontrar nuestra ubicación sin mirar siquiera por la ventana, no digamos al cielo.

Pero hemos pagado un precio por todo esto. Los psicólogos y los neurocientíficos advierten de que cuando dependemos de la tecnología para realizar actividades como la navegación, la conciencia de nuestro entorno físico se va desvaneciendo y nos sumergimos en un mundo abstracto e informatizado. Los estudios muestran que tendemos a confiar demasiado en la exactitud de la

información de los monitores y los ordenadores, y a ignorar o desechar la información que nos llega a través de nuestros ojos y oídos —un efecto que ha provocado que haya pilotos que se estrellen con sus aviones y que turistas que siguen los sistemas de navegación por satélite se adentren en el mar—. Un equipo dirigido por el neurocientífico británico Hugo Spiers descubrió en 2017 que las áreas del cerebro que participan normalmente en la navegación no se activan cuando las personas usan el GPS. «Cuando la tecnología nos señala el camino que debemos tomar, esas partes del cerebro no responden a la red callejera», afirmó Spiers. «En ese sentido, a nuestro cerebro ya no le interesan las calles que nos rodean».

Otros estudios han demostrado que las personas que utilizan el GPS con regularidad son menos capaces de orientarse sin él, un fenómeno cuya causa se atribuye a los cambios estructurales que se producen en el cerebro a medida que las regiones infrautilizadas empiezan a encogerse. Al igual que los estilos de vida sedentarios debilitan nuestro cuerpo, la excesiva dependencia de las tecnologías para realizar tareas sensoriales o intelectuales parece embotar nuestra mente, e incluso podría hacernos más propensos a padecer enfermedades neurodegenerativas como la demencia. Cuanto más dependemos de los ordenadores y menos de nuestra experiencia física, más erosionamos nuestra consciencia y nuestras habilidades.

En cierto sentido, las líneas invisibles de longitud y latitud nos han conectado con el universo de una manera que las sociedades primitivas jamás habrían imaginado. A modo de amarres o de cuerdas guía, nos dieron un marco de referencia que nos proporcionó una comprensión y unas habilidades asombrosas y nos permitió fijar nuestra posición no solo en el océano, sino también respecto al planeta, el sistema solar y otras estrellas. Pero, al mismo tiempo, la invención del espacio abstracto fue un paso más en nuestro tránsito desde una visión subjetiva del universo a una objetiva, de estar inextricablemente entrelazados con el cosmos —incluso de ser sus creadores— a convertirnos en meros registradores y observadores de una realidad que existe de forma

independiente.

La historia de Tupaia pone de relieve las elecciones que hemos hecho. Nuestra visión del espacio —a partir del tiempo— es ahora tan evidente que resulta difícil pensar en una alternativa. Es fácil asumir que el enfoque matemático y objetivo es no solo la mejor, sino también la única manera de aprender sobre el mundo físico «real». Pero, a diferencia de nosotros, en lugar de descartar su experiencia del cosmos, los navegantes polinesios maximizaron su potencial para explorar millones de millas cuadradas de océano. Una combinación de historias y canciones, de sentidos e instinto, les permitió realizar —sin tecnología— unas hazañas en la navegación que a los occidentales nos cuesta incluso imaginar.

VII

Poder

En diciembre de 1774, mientras el capitán Cook seguía explorando el océano Pacífico a bordo de su segundo barco, una embarcación británica muy diferente, el Resolution, entró con dificultad en el bullicioso puerto nuevo de Filadelfia. Sus pasajeros habían cruzado el Atlántico buscando una nueva vida en América. Pero durante los tres meses que había durado la travesía la fiebre tifoidea se había extendido por los camarotes. Cuando por fin arribó el desafortunado barco, la mayoría de los que viajaban en él estaban tan enfermos que tuvieron que ser transportados a los muelles.

Uno de ellos era Tom Paine, un hombre discutidor, pero elocuente, de treinta y siete años. Al igual que muchos de sus compañeros de travesía, no tenía posibilidad de volver a casa. Hijo de un fabricante de corsés de Norfolk, había iniciado y abandonado varias carreras —recaudador de impuestos, estanquero, profesor— y al final había vendido sus últimas posesiones para comprar un pasaje para el Nuevo Mundo. En la colonia británica de Filadelfia —que, a pesar de haber sido fundada hacía menos de ochenta años, estaba creciendo muy deprisa—, encontró una mezcla vibrante de cultura y naturaleza. Las casas de ladrillos de varios pisos, las iglesias, las librerías y el mayor mercado probablemente de Norteamérica, estaban invadidos por plagas, desde mosquitos a cerdos salvajes, y cuando llovía los carros surcaban el barro de las calles sin pavimentar.

Paine no vio nada de esto durante seis semanas; tras llegar casi moribundo a su destino, fue asistido por un médico local y obligado a guardar cama. Pero una vez recuperado, empezó a

escribir a sus compañeros colonos y ya no se detuvo. Escribió sobre la democracia y los derechos humanos y sobre cómo la sociedad podía ser diferente; sobre el ridículo y la corrupción de la monarquía y sobre el derecho natural de cada hombre a ser libre.

Bajo la nueva identidad de «Paine», se convirtió en el autor de más éxito que se ha visto. Uno de sus biógrafos afirmó que fue «posiblemente el escritor más influyente de la historia humana moderna», y no es exagerado decir que sus argumentos cambiaron el mundo. Durante las décadas siguientes, comunicó ideas radicales a las masas, contribuyó al estallido de dos revoluciones y estuvo a punto de provocar una tercera; los acontecimientos lo llevaron a ser declarado un héroe en América, perseguido en Inglaterra y condenado a muerte en Francia. George Washington lo elogió por «haber logrado un cambio maravilloso en la mente de muchos hombres» y Napoleón Bonaparte afirmó que «habría que erigir una estatua de oro en su honor en cada ciudad del universo». Sin embargo, su último trabajo fue considerado tan herético que su reputación quedó destrozada durante doscientos años.

¿De dónde sacó Paine sus ideas? ¿Cómo llegó este vagabundo sin dinero a jugar un papel tan primordial en la configuración de la política del mundo moderno? La suya es una historia que muestra de qué manera el poder y la visión del cosmos siempre han ido de la mano, y comienza con un barco pirata, varias conferencias sobre astronomía y un par de globos.

* * *

El anuncio apareció en el *Daily Advertiser* de Londres casi todos los días durante dos semanas: «Para navegar contra los franceses, el capitán William Death, al mando del corsario Terrible […]. Todos los caballeros marineros y hombres de tierra sanos que deseen probar fortuna […] serán bienvenidos a bordo de dicho barco». Para Paine, que por aquel entonces tenía diecinueve años, la oferta era irresistible.

Había crecido en el pueblo de Thetford, en una cabaña de paja próxima a la horca, y había abandonado la escuela secundaria

a los catorce años para aprender el oficio de su padre. En 1756 huyó a Londres y trabajó unos meses como fabricante de corsés, pero, dado que ganaba poco y que la jornada era de catorce horas, al final se enroló en el Terrible. Los corsarios eran piratas legales, a los que se autorizaba durante las guerras —en este caso, la guerra de los Siete Años— a capturar barcos enemigos y repartirse las ganancias. El padre de Paine, un cuáquero pacifista, encontró a su hijo y lo convenció para que no zarpara; una decisión afortunada, porque el Terrible pronto se vio envuelto en una fatídica batalla contra un barco francés en el Canal y buena parte de la tripulación murió asesinada.

En cualquier caso, el adolescente prefirió el conflicto y la aventura a la paz y la tranquilidad, como, por otra parte, no dejaría de hacer durante el resto de su vida. En enero de 1757, se unió a la tripulación de otro barco corsario, el King of Prussia. El viaje fue todo un éxito —capturaron ocho barcos en seis meses— y ese verano el joven volvió a Londres con treinta libras, que debían de parecerle una pequeña fortuna. Por primera vez en su vida, Paine tenía dinero para gastar. El biógrafo Craig Nelson sugiere que compró «ropa propia de un auténtico caballero urbano»: calzones, ligas y medias, un abrigo forrado de seda y un sombrero de fieltro. Pero, además, había echado el ojo a algo más inusual. «Tan pronto como pude, me compré un par de globos», escribiría más tarde Paine.

El Londres al que regresó debía de ser un lugar emocionante, ya que la ciudad estaba viviendo lo que se considera la transformación más importante del pensamiento en la historia europea: la Ilustración. Sesenta años antes, Newton había publicado *Principios matemáticos de la filosofía natural*, donde demostraba que las ecuaciones que gobiernan el movimiento en general, tanto el de los planetas y los cometas como el de una manzana que cae de un árbol, eran idénticas. Sus ideas se estaban extendiendo por toda Europa, con sus estimulantes implicaciones. En pocas palabras, Newton había revelado el funcionamiento del universo sin recurrir a las autoridades del pasado —los antiguos académicos o la Iglesia—, sino gracias a sus observaciones y a su

ingenio. El cosmos había dejado de ser un misterio divino, asediado por el capricho de los dioses. Newton mostró que seguía unas reglas constantes y universales que cualquiera que estuviera dispuesto a investigar podía descubrir y comprender. Sus ideas desencadenaron un verdadero estallido de actividades y debates —algo que entonces se denominaba filosofía natural y que hoy en día se llama ciencia—. La confianza en la tradición fue reemplazada por el entusiasmo que suscitaban las observaciones y experimentos modernos, que se pueden resumir en la orden del filósofo alemán Immanuel Kant, *Sapere aude* («Atrévete a saber»).

Al mismo tiempo, la ciencia se hizo más accesible y las ideas más recientes se discutían en libros populares, conferencias y clubes. Una de los más prestigiosos era la Royal Society británica (que tenía como lema *Nullius en verba*, «En las palabras de nadie»), pero en los pueblos y ciudades de toda Europa surgieron también sociedades más pequeñas. Además de aristócratas como Joseph Banks, entre los seguidores de la nueva ciencia había sobre todo «mecánicos», es decir, artesanos autodidactas.

Cuando Paine llegó a Londres con lo que había ganado en el King of Prussia, se unió con entusiasmo a esta comunidad de newtonianos. Durante los seis meses que había pasado en el mar había tenido mucho tiempo para reflexionar sobre las estrellas y se sentía fascinado por el funcionamiento y la naturaleza del cosmos. Además de comprar los globos —uno para la Tierra y otro para el cielo— aprendió a utilizar un planetario (un dispositivo mecánico que mostraba los movimientos del sistema solar) y asistió a conferencias de divulgadores científicos, como el matemático y fabricante de lentes Benjamin Martin o James Ferguson, un astrónomo escocés autor de un libro de gran éxito sobre las ideas de Newton.

En las cafeterías y clubes gastronómicos, Paine y sus nuevos amigos hablaban hasta altas horas de la noche sobre química, cometas, péndulos y prismas, pero no solo. El espíritu de la Ilustración animaba a los participantes a cuestionar, además del dogma científico, todas las ideas que les llegaban. Según escribió Nelson: «Sus constantes conferencias y debates los alejaron con el

tiempo de la aritmética de Newton y los llevaron a plantearse una de las cuestiones más sorprendentes del siglo, un tema que haría famoso a Thomas Paine en todas las ciudades del mundo: "¿Por qué debía haber reyes?"».

* * *

A lo largo de la historia de la humanidad, los acontecimientos y las relaciones que vemos en el cielo han sido fundamentales para las estructuras de poder que conforman nuestra vida en la Tierra. Tal y como explicamos en el primer capítulo, las élites podrían haberse definido en función del conocimiento de los ciclos cósmicos desde el Paleolítico. A medida que las sociedades se iban haciendo más complejas, las ideas sobre el cielo las mantenían unidas. Los orbes resplandecientes que la gente veía en lo alto eran un modelo para los emperadores, y los reyes radiantes y la maquinaria gubernamental de algunas civilizaciones respondía al concepto de vivir en sintonía con el cielo: lo que el historiador de la cosmología Nicholas Campion ha llamado «estado cósmico».

La astronomía fue útil para predecir los patrones climáticos y planificar la agricultura, así como para estimular la erudición en otros ámbitos, como la ingeniería y la economía. Pero, por encima de todo, la concentración en el cielo proporcionó la estabilidad y la disciplina que las sociedades necesitaban para tener éxito. Asegurar la estricta adhesión a los sucesos celestes era realmente una cuestión de poder: usar el conocimiento sobre el cielo para reforzar la ideología política, justificar el estatus de los gobernantes y mantener el estricto control de las masas.

La mayoría de los ejemplos que hemos dado hasta ahora de sociedades que miraban el cielo se reducen en última instancia a los intentos de salvaguardar la posición de sus gobernantes: los babilonios, que recurrían de forma obsesiva a los presagios celestes para proteger al rey; los faraones egipcios, que se identificaron con el Sol; y los primeros judíos y cristianos, cuyas ideas sobre el cielo reflejaban la estructura de las cortes reales. Como dice el filósofo francés Bruno Latour: «Nadie ha oído hablar de un colectivo que

no movilizó el cielo y la Tierra en su composición». Es difícil encontrar una civilización temprana que tuviera éxito cuya organización no girara alrededor de la bóveda celeste.

A lo largo de la mayor parte de la historia, esto se ha producido de varias maneras. Asociarse con la grandeza y la perfección del cielo ayudaba a mejorar la reputación de un gobernante. Ser capaz de predecir los acontecimientos astronómicos, que debían parecer mágicos para la mayoría de la gente en la Antigüedad, probaba que un gobernante era divino o contaba con la aprobación de los dioses. Y el hecho de ver la jerarquía de un rey y su corte reflejada en el cielo contribuía a que su existencia pareciera natural e inevitable. Es mucho más difícil cuestionar la estructura de poder de una sociedad si esta se ve como parte integrante de la manera en que funciona el universo.

En la China imperial, por ejemplo, el emperador era conocido como el «Hijo del Cielo», responsable de que la vida en la Tierra estuviera en armonía con el firmamento. Durante más de cuatro mil años, los astrónomos de la realeza china estuvieron atentos a los fenómenos celestes y los mapas estelares, y los almanaques que elaboraban se guardaban celosamente como secretos de Estado. El emperador debía probar que ostentaba el derecho divino de gobernar pronosticando con exactitud lo que sucedía en el cielo; si sus astrónomos no eran capaces de predecir un acontecimiento relevante como un eclipse, sus rivales podían aprovechar la oportunidad para rebelarse.

Los gobernantes de América Central también tuvieron consejeros que vigilaban el cielo y corroboraron el vínculo que los unía con él encarnándose en los cuerpos celestes. Un gobernante maya de Yucatán, México, del siglo X, que se atribuyó el nombre del dios de la lluvia, Chac, cubrió su palacio con cientos de glifos de Venus, además de los números cinco y ocho (que representan el ciclo sinódico de ese planeta). El arqueólogo Ivan Sprajc, que estudia la astronomía de la cultura mesoamericana, señala que la aparición y desaparición anual de Venus coincidía con la llegada de las estaciones lluviosas y secas. Al identificarse con él, Chac se atribuyó el mérito de ser portador de las lluvias que mantenían

vivo a su pueblo.

Los vínculos con el cielo a menudo se plasmaron en la estructura física de edificios y monumentos. Los mayas usaban escalinatas y pirámides para convertir los solsticios en un verdadero espectáculo —una versión actualizada de sitios como Stonehenge—. El techo abovedado del gran Panteón de Roma marca los equinoccios. El diseño del Templo del Cielo, que se erigió en el siglo XV en Pekín, simboliza las conexiones entre el cielo y la Tierra. Uno de los ejemplos más impresionantes abarca toda una ciudad, que se construyó para reflejar el cielo. En el siglo VIII, el califa Al-Mansur, gobernante del Imperio islámico, empleó cien mil trabajadores para construir una nueva capital en Bagdad.

Conocida como la Ciudad Redonda, su diseño consistía en una serie de círculos concéntricos que rodeaban el palacio dorado del califa, con las calles irradiando hacia las murallas exteriores. El historiador Ibrahim Allawi afirma que se proyectó como un «gran astrolabio cósmico». Cada círculo se dividía en barrios, con más calles en unos cuadrantes que en otros para representar, según Allawi, la excentricidad de la órbita solar (en los cuadrantes donde el Sol se mueve con más rapidez en el cielo había más calles). Por otra parte, es posible que los círculos reprodujeran el ecuador celeste y los trópicos de Cáncer y Capricornio, y que el palacio marcara el polo celeste alrededor del cual gira todo el cielo. Al-Mansur quería que su nueva capital fuera «el centro de un imperio mundial de poder y comercio» dice Allawi, «además del ombligo del cosmos»[1].

Pero los nexos entre la astronomía y el poder no son solo cosa de un pasado remoto, también hunden sus raíces en los cimientos de nuestro mundo moderno. Copérnico, astrónomo pionero del siglo XVI, tomó prestada la imagen de un poderoso rey para probar sus ideas sobre el Sol. Su posición era difícil cuando, en 1543, se propuso reformar el sistema solar comúnmente aceptado desde la Antigüedad. No existía ninguna prueba que demostrara la disparatada idea de que, lejos de ser el núcleo fijo del cosmos, la Tierra giraba alrededor de su estrella más cercana. Así pues, se inspiró en la estructura política imperante en la época para dar

credibilidad a su teoría y en tal sentido escribió que el Sol «gobierna la familia de planetas que giran alrededor de él como si estuviera sentado en un trono real».

A medida que las ideas de Copérnico iban teniendo mayor aceptación, los reyes europeos comenzaron a asociarse con ese sol centrípeto y real con unas frases que recuerdan a las que se usaban para describir a los emperadores romanos como Constantino. En el siglo XVII, Felipe IV de España fue apodado el «Rey del Planeta» (por el sol), mientras que Luis XIV de Francia fue universalmente conocido como el «Rey Sol». Más tarde, en la segunda mitad del siglo XVIII, los reyes británicos Jorge II y III fueron descritos como «soberanos brillantes» o «príncipes relucientes», que irradiaban «rayos supremos». A pesar de la nueva disposición, el cielo seguía sosteniendo la vieja estructura de unos gobernantes poderosos, inspirados por la divinidad, como se había hecho durante miles de años. Pero no por mucho tiempo: la revolución estaba en camino.

* * *

Cuando Newton combinó la observación y el razonamiento para mostrar que las mismas ecuaciones predecían el movimiento de todo el cosmos —de las manzanas a los planetas, de un grano de arena al sol en llamas— transformó la forma de pensar de la gente no solo sobre el mundo físico, sino sobre su identidad y su manera de vivir. Newton no solo descubrió la «gravedad» o la «acción a distancia», dice el historiador de la ciencia Mordechai Feingold, sino un nuevo «sistema mundial».

El terreno estaba abonado. A principios del siglo XVII las observaciones telescópicas de Galileo —gracias a las cuales se sabía que el Sol tenía manchas, la Luna montañas y los planetas sus propias fases y lunas— empezaron a romper la percepción de una tierra corrupta y un cielo divino y perfecto. A través de sus estudios sobre el movimiento, Galileo llegó también a la conclusión fundamental de que el universo era un sistema mecánico, gobernado, no por la voluntad de Dios, sino por principios físicos. «La filosofía está contenida en este vasto libro, que permanece

siempre abierto ante nuestros ojos (me refiero al universo)», anotó. «Está escrito en el lenguaje de las matemáticas».

Esas ideas sobre el cosmos influyeron enormemente en pensadores políticos como el filósofo inglés Thomas Hobbes. Al igual que Galileo, Hobbes creía en un cosmos mecánico y material y argumentaba que todos los fenómenos naturales, incluido el pensamiento humano, son simplemente el resultado de las interacciones mecánicas entre los cuerpos materiales. En su obra *Leviatán*, publicada en 1651, Hobbes aplicó estos principios a la política y la sociedad, lo que le llevó a rechazar el derecho divino de los reyes y a sostener que las personas nacen iguales, aunque aún estaba lejos de ser democrático.

Sin una estructura de poder fuerte que los mantuviera unidos, veía a los individuos similares a las partículas caóticas que rebotan en un violento y anárquico «estado natural» en que no habría tecnología, industria, artes o ciencia y en que la vida sería «solitaria, pobre, desagradable, brutal y corta». Para evitarlo, sugirió, debemos ceder nuestros derechos individuales a cambio de la protección de un soberano con poder absoluto.

En 1687, Newton reemplazó ese cosmos errático por un plan superior. Lejos de ser caóticos, los cuerpos celestes estaban gobernados por la ley universal de la gravitación. Casi de inmediato, los filósofos y los teóricos políticos comenzaron a pensar en lo que eso podía significar para la sociedad. Si una sola ley matemática gobernaba todo el universo, era evidente que las personas debían regirse por principios universales similares.

Uno de los filósofos más importantes de la Ilustración fue John Locke, quien, al igual que Newton, pensaba que el mejor método para entender el mundo debía combinar las pruebas empíricas con la razón. También imaginó un cosmos material, definido por interacciones y colisiones mecánicas, pero rechazó el vacío sin rumbo que había descrito Hobbes. «El estado de la naturaleza está regido por una ley natural», dijo en 1689. «Y la razón, que es esa ley, enseña que, siendo todos iguales e independientes, nadie debe dañar la vida, la salud, la libertad o las posesiones de sus semejantes». De la misma forma que todos los

cuerpos del cosmos, de los átomos a los planetas, están gobernados por las mismas leyes físicas, las leyes también deben gobernar a todos, incluido el rey. Locke seguía creyendo que debíamos ceder algunos de nuestros derechos naturales a los gobernantes a cambio de su protección, solo que en el esquema de Locke estos no gozaban de un poder absoluto. De hecho, podían ser apartados si se convertían en tiranos e infringían los derechos del pueblo. Hobbes y Locke están considerados como dos de los fundadores del pensamiento político «liberal» —que incluye conceptos como los derechos individuales y el gobierno limitado— sobre el que se basan los actuales sistemas políticos occidentales. Aunque más tarde mantuvo correspondencia con Newton, Locke no se inspiró directamente en sus teorías. Trabajó durante décadas en sus ideas antes de que se publicara la obra de Newton y estas derivaban, entre otras, de las de Galileo y Hobbes, al igual que de su experiencia en la política británica. Había crecido durante la guerra civil inglesa y cuando los príncipes protestantes de Orange fueron invitados a ocupar el trono durante la «Revolución Gloriosa» de 1688, Locke ayudó a redactar la declaración de derechos que limitaba su poder.

En cualquier caso, las similitudes existentes entre los puntos de vista de Locke y Newton —cuyas obras fueron publicadas con tan solo dos años de diferencia— llevó a que la gente los relacionara de forma inevitable. Locke alentó esa relación, afirmando que Newton era «incomparable» y que «nunca demostraría suficiente admiración» por sus *Principios*. Por su parte, Newton sugirió en el prefacio de los *Principios* que el «mismo tipo de razonamiento» que había aplicado llevaría a descubrir principios similares para regular otros aspectos de la naturaleza. Como dice Feingold, Newton y Locke se convirtieron en los «emblemas de una nueva era». El trabajo de Locke fue visto como una prueba, dice, de que construyendo sobre los fundamentos científicos de Newton se podían generar unas leyes naturales que gobernaran también a la sociedad.

Las metáforas y principios newtonianos pronto se filtraron en la política. En un ensayo de 1713, el filósofo irlandés George

Berkeley comparó los vínculos sociales con la gravedad, que disminuye con la distancia; al cabo de unos años, el político Lord Bolingbroke vio la evolución de la constitución inglesa como un ejemplo de la mecánica celeste y afirmó que el monarca «ya no puede moverse en una órbita diferente a la de su pueblo y que, al igual que algunos planetas superiores, atrae, repele, influye y dirige sus movimientos».

Según el historiador Richard Striner, uno de los conceptos políticos más poderosos que originó la respuesta a la obra de Newton fue el de «contrapeso», es decir, la idea de conservar la armonía generando fuerzas opuestas. Al igual que la combinación de gravedad atractiva y fuerza centrífuga repulsiva mantenía a los planetas perfectamente colocados en sus órbitas alrededor del Sol, las diferentes partes de la sociedad debían equilibrarse también con sutileza. El filósofo y político francés Charles de Secondat, barón de Montesquieu, lanzó el concepto en su tratado de 1748, *Del espíritu de las leyes*, una de las obras de teoría política más influyentes que jamás se han publicado. En ella sugirió que, para evitar el abuso de poder, la autoridad política debía dividirse en los poderes legislativo, ejecutivo y judicial para, respectivamente, promulgar, aplicar y juzgar las leyes.

Montesquieu se basaba en antiguas teorías sobre el gobierno mixto, en el que convivían elementos de la democracia, la aristocracia y la monarquía. Pero también se inspiró en la idea de que las fuerzas políticas, como las celestes, debían mantener su contraste, de forma que el equilibrio de poder no cayera en los extremos de la tiranía central ni de la anarquía. Consideraba que la monarquía limitada de Gran Bretaña, con el contrapeso del pueblo, los señores y el rey, era casi el sistema ideal. «Ese tipo de gobierno es como el sistema del universo, donde un poder repele constantemente a todos los cuerpos centrales y un poder gravitacional los atrae», dijo.

Esas eran algunas de las ideas que a mediados del siglo XVIII discutían acaloradamente no solo la élite política y los filósofos, sino el joven Paine y sus amigos en los cafés de Londres, además de sus contemporáneos de toda Europa. La física de Newton no ofrecía

respuestas irrefutables. Los pensadores de diferentes países, trasfondos religiosos y creencias políticas usaban las metáforas newtonianas para justificar y validar sus ideas: algunos querían interferir lo menos posible en los ritmos cósmicos naturales de la sociedad; otros argumentaban a favor de los controles para emular a las fuerzas celestes opuestas. Sea lo que fuere, se había producido un cambio profundo e importante. La nueva fuente de orden natural existente en el cosmos había hecho nacer una idea innovadora: que la gente podía deducir la mejor manera de gobernarse a sí misma de las leyes y la lógica. El paradigma fundamental del gobernante cósmico inspirado en la divinidad había sido erradicado, se había visto privado de su caparazón protector y había comenzado la lucha por reemplazarlo.

* * *

Paine se quedó sin dinero en seis meses. Abandonó Londres e inició quince años de callejones sin salida y desgracias, durante los cuales emprendió un negocio de confección de corsés que fracasó; se enamoró y luego perdió a su esposa en el parto; trabajó como recaudador de impuestos y combatió contra los contrabandistas en la costa antes de que le dispararan dos veces, una por una denuncia, según parece, y otra por exigir un aumento de salario en nombre de sus compañeros. Su segundo matrimonio con la hija de un estanquero de Lewes también zozobró, al igual que el negocio que había heredado la pareja.

Entretanto, seguía participando en las conferencias y los debates que se celebraban en Londres. En 1774, después de vender sus posesiones y lo que quedaba del estanco para pagar sus deudas, Paine se trasladó de nuevo a la capital, donde visitó a un conocido: el inventor, diplomático y compañero entusiasta de Newton, Benjamin Franklin, quien lo incitó a probar fortuna en las colonias americanas y le dio varias cartas de presentación dirigidas a personas influyentes del Nuevo Mundo. Paine se gastó el dinero que le quedaba en un billete de primera clase para Filadelfia.

Tras recuperarse de la fiebre tifoidea que padeció al llegar a

la ciudad, comprobó que en sus clubes y cafeterías también se debatían las nuevas ideas ilustradas sobre ciencia y política. Se integró con facilidad en la comunidad: bebía y conversaba en un club llamado Reina de la India y asistía a las conferencias que organizaba la Sociedad Filosófica. Además, no tardó en encontrar trabajo como editor de una nueva publicación, *Pennsylvania Magazine*. Empezó tratando temas de todo tipo, como los castores o Voltaire, pero poco a poco su contribución se fue haciendo cada vez más política, de hecho, publicó artículos contra los duelos, la crueldad contra los animales y la esclavitud, e incluso a favor de los derechos de la mujer. Mientras tanto, las tensiones entre Gran Bretaña y los territorios americanos se iban intensificando. Durante los siglos XVII y XVIII, las colonias se abandonaron en buena medida a su suerte. Pero la guerra de los Siete Años contra Francia dejó al gobierno británico con enormes deudas, de manera que en 1765 este comenzó a gravar a los colonos con impuestos sobre el papel, el cristal, la pintura, el plomo y el té. Los americanos se resistieron boicoteando los bienes gravados y en diciembre de 1773 estalló el famoso «motín del té» en Boston, donde cientos de cajas de este producto fueron arrojadas a las aguas del puerto.

Gran Bretaña respondió a la rebelión enviando buques de guerra y sacando a sus tropas a la calle. Paine llegó justo antes de que se produjeran los primeros enfrentamientos violentos en la primavera de 1775. George Washington, un carismático líder político de Virginia, fue nombrado comandante del nuevo Ejército Continental, pero, a pesar de las hostilidades, no se aludió explícitamente a la independencia. La mayoría de los americanos no deseaban ser rebeldes ni traidores. En realidad, luchaban por obtener mejores condiciones de Gran Bretaña, no pretendían romper el vínculo. Para Paine, sin embargo, fue un punto de inflexión. «Cuando el país donde acababa de poner el pie se incendió, pensé que había llegado el momento de la revuelta», escribiría más tarde. Empezó a trabajar en un extenso ensayo, un panfleto lleno de ideas que discutió con amigos newtonianos como Franklin y el abogado y terrateniente Thomas Jefferson. Lo tituló *El sentido común*.

La obra era tan controvertida que Paine solo encontró una imprenta dispuesta a publicarla y al principio no quiso que su nombre apareciera en ella (en la portada solo se decía que había sido escrito «por un inglés»). Causó sensación. La primera tirada, de mil copias, se agotó en pocos días y al cabo de tres meses había vendido ciento veinte mil (entre una población libre de solo dos millones de personas). En América y Europa circularon ediciones rivales y piratas, además de copias escritas a mano, y se leyeron en voz alta para cautivar al público.

En el panfleto, Paine abogaba a favor de que las colonias americanas se independizaran del gobierno británico con un lenguaje donde abundaban las referencias newtonianas: «En ningún caso ha hecho la naturaleza al satélite más grande que a su planeta primario», afirmaba, «y, dado que en sus recíprocas relaciones, Inglaterra y América invierten el orden común de la naturaleza, es evidente que pertenecen a diferentes sistemas». Atacó el concepto mismo de monarquía —incluso la limitada de Gran Bretaña— arguyendo que, dado que todos los hombres nacen iguales, no tiene sentido entregar el poder a una dinastía hereditaria de reyes; es más, «la naturaleza lo desaprueba, de lo contrario no lo ridiculizaría tan a menudo dando a la humanidad un asno, en lugar de un león». Describió la fuerza que anima a los hombres a cooperar en la sociedad como una «poder gravitatorio» y abogó por la creación de un nuevo tipo de nación, con un gobierno democrático y el mayor número posible de hombres adultos con derecho a voto. «En nuestras manos está que el mundo vuelva a empezar», dijo.

Figuras tan influyentes como Franklin, y John y Samuel Adams habían debatido ideas similares en privado. Paine fue el primero que defendió la independencia en público. Para ello, empleó un lenguaje claro y persuasivo y unas imágenes que los americanos ordinarios podían comprender, además de reconocerse en ellas. También replanteó el conflicto. Lejos de ser propia de traidores y rebeldes, la independencia era honorable; de hecho, obedecía a las leyes de la naturaleza. La revolución no consistía en evitar los impuestos, sino en construir un mundo mejor.

Los historiadores coinciden en que fue un momento extraordinario. «En enero de 1776 había que estar loco o ser un fanático para abogar por la independencia americana», dice el historiador Bernard Bailyn: todo el mundo sabía que Gran Bretaña era la nación más poderosa de la Tierra. «Paine se valió de una idea que los ingleses de ambos lados del Atlántico apreciaban —añade Craig Nelson—, esto es, que el suyo era el mejor gobierno del mundo porque equilibraba los poderes atribuidos al monarca, la nobleza y el pueblo […], y la hizo estallar». O, como dijo un bostoniano por aquel entonces: «Hace un año habría sido imposible hablar impunemente de independencia en público, ahora no se habla de otra cosa y no sé qué puede hacer Gran Bretaña para evitarlo».

Ya no se trataba de si los americanos debían declarar la independencia, sino de cómo y cuándo debían hacerlo. Al igual que en Europa, el debate político incorporó imágenes de la física newtoniana. El lenguaje de la astronomía ya se estaba utilizando para describir la relación entre Gran Bretaña y sus colonias: en 1764, el gobernador colonial Thomas Pownall describió el Imperio británico como un sistema celeste donde las colonias orbitaban en su «propia esfera». Para Pownall, el gobierno, en lugar del rey, era en ese momento «el polo de atracción al que deben tender las colonias». Pero los americanos tenían que hacer frente a un cambio mucho más trascendental. ¿Qué sucedería cuando se eliminara el núcleo gravitacional del sistema?

Un escritor del *Connecticut Courant* advirtió de que, si la independencia se declaraba demasiado pronto, las colonias podrían dispersarse como «un sinfín de bolas en el aire», pero un corresponsal del *Pennsylvania Ledger* expuso, entre otros, una visión más positiva en abril de 1776. El escritor imaginó un viaje al espacio donde los viajeros «encontraban una república entre las estrellas». El sol puede parecer a los mortales que lo admiran desde abajo como «el gran monarca de los cuerpos celestes», pero al adentrarnos en el cosmos comprobamos que, en realidad, el cielo está tachonado de otras muchas estrellas como él; constelaciones «unidas por principios de perfecta igualdad». Así pues, la

estructura de gobierno que aparecía escrita en el firmamento ya no era la monarquía, sino la república.

El Congreso anunció formalmente la independencia en julio, afirmando «la posición separada e igual a la que los autorizaban las leyes y el dios de la naturaleza» con una declaración que fue originalmente redactada por un amigo de Paine, Thomas Jefferson. La frase más famosa de dicha declaración es: «Sostenemos como evidentes estas verdades: que los hombres son creados iguales, que son dotados por su Creador de ciertos derechos inalienables, que entre ellos están la vida, la libertad y la búsqueda de la felicidad».

Los estudiosos debaten sin cesar sobre sus fuentes; de hecho, hay grandes similitudes con los escritos de Paine y es evidente la influencia de Locke y de la Declaración de Derechos de Inglaterra. Muchos historiadores creen que también debe mucho a Newton. A pesar de que no se cita de forma directa al físico, sus ideas estaban tan firmemente grabadas en la mente del público que las referencias a las «leyes de la naturaleza» y a las «verdades evidentes» debieron de recordar a los lectores los principios newtonianos. Jefferson, sin ir más lejos, poseía un busto y una máscara mortuoria de Newton y declaró que era (además de Locke y del filósofo Francis Bacon[2]) uno de «los tres hombres más eminentes que hayan vivido nunca».

En los años ochenta del siglo XVIII, las ideas y metáforas inspiradas en Newton —incluido el concepto de contrapeso— no dejaron de ser claves en la redacción de la constitución de los Estados Unidos. Los delegados del Congreso diseñaron un nuevo sistema gubernamental y federal a partir de cero. Si bien diferían sobre la manera de hacerlo, todos querían trazar una estructura que resistiera a los desequilibrios o a los abusos de poder, y a menudo debatían sobre la cuestión en términos celestes o mecánicos.

Algunos de los delegados pretendían regular lo menos posible —John Dickinson, de Delaware, afirmó que había que permitir que los Estados «se movieran libremente en sus órbitas»—, mientras que otros querían establecer lazos más fuertes; John Adams abogó por una constitución que controlara «las atracciones y rechazos que

preservan el equilibrio en la naturaleza». La controversia dio lugar a una serie de controles y equilibrios —la separación de poderes, el parlamento bicameral—, que aún siguen constituyendo el núcleo fundamental del gobierno de los Estados Unidos: un modelo democrático, inspirado por las fuerzas naturales del cielo, que se ha exportado a todo el mundo.

Pero antes de todo eso hubo que elegir una bandera nacional. Su diseño se determinó en la resolución del Congreso Continental del 14 de junio de 1777 y, como era de esperar, solo había una manera posible de representar a los trece nuevos Estados independientes. Según dicha disposición, debían aparecer como «trece estrellas blancas sobre un fondo azul». En el cielo había una nueva constelación.

* * *

Después de la revolución, a Paine le costó encontrar un nuevo propósito. «No creía que después pudiera surgir una cuestión lo suficientemente importante como para alterar mi tranquilidad y hacerme sentir como en el pasado», dijo. Así pues, se volvió a concentrar en su pasión por la ciencia, realizó experimentos con gases y velas en compañía de Franklin y Washington y pasó siete años proyectando un puente de hierro de gran envergadura. En 1787 viajó a París y luego a Londres para presentarlo al público europeo. Consiguió una patente inglesa y construyó un modelo de cuarenta metros de longitud, pero su interés por una posible carrera en el mundo de la ingeniería pronto se desvaneció. El público no parecía muy entusiasmado y Thomas Jefferson (que en ese momento era embajador de los Estados Unidos en Francia) le había escrito desde París contándole los dramáticos acontecimientos que se estaban produciendo al otro lado del Canal.

La mala gestión política, la pérdida de cosechas y una enorme deuda nacional (debida a la guerra de los Siete Años y a la guerra de Independencia estadounidense, en la que los soldados franceses habían apoyado a los rebeldes) habían sumido a Francia en una grave crisis económica; mientras los aristócratas se dedicaban a sus

fiestas, los campesinos morían de hambre en todo el país. En 1789, cuando el Parlamento rechazó las reformas fiscales que había propuesto Luis XVI, el rey convocó a una arcaica institución, los Estados Generales, que representaban a los tres estamentos de la sociedad francesa: el clero, la nobleza y el pueblo llano. Pero las cosas no salieron como el rey había planeado. El pueblo formó su propia Asamblea Nacional, que defendía el equilibrio del poder, e invitó a los demás a unirse a ella. La Revolución francesa había comenzado.

Ese verano, la asamblea adoptó un documento que aún se considera crucial para la historia de los derechos humanos: la «Declaración de los derechos del hombre y del ciudadano». Influido por los filósofos de la Ilustración y redactado con la ayuda de Jefferson, en él se establecía la igualdad de derechos de los ciudadanos ante la ley y la libertad de prensa. La asamblea también votó para reducir en buena medida los poderes del rey y para desmantelar la sociedad aristocrática. Pero desde un principio los hechos tuvieron un lado más oscuro, que no se había dado en la revolución americana. Los representantes el Antiguo Régimen fueron a menudo brutalmente asesinados por los alborotadores; de hecho, tras del asalto del 14 de julio a la prisión de la Bastilla, la multitud exhibió jubilosa la cabeza del gobernador clavada en una pica.

Paine recibió la ciudadanía francesa honoraria por el papel que había jugado en la independencia de los Estados Unidos y viajó a París varias veces para presenciar ciertos acontecimientos. Se sintió estimulado por este nuevo ejemplo de libertad y democracia. Pero en 1790 apareció en Inglaterra un panfleto del filósofo Edmund Burke que tuvo un enorme éxito. Burke sostenía que el levantamiento era un «contagio» y que una turba insolente y violenta estaba destruyendo la sociedad y los valores tradicionales franceses. Paine se indignó e inmediatamente empezó a redactar una respuesta virulenta. En ella afirmó que la multitud que había atacado la Bastilla estaba lejos de ser una turba, que, al contrario, era heroica. «Nunca se han hecho tantos esfuerzos para instruir e iluminar a la humanidad y para hacerle ver que su interés está en

la virtud y no en la venganza como se han mostrado en la Revolución francesa». A diferencia de Burke, que basó sus argumentos en la tradición y la historia, Paine sostuvo que los derechos son ejercidos por los vivos y que las personas nacen iguales y libres.

Publicado en febrero de 1791, *Los derechos del hombre* convirtió de nuevo a Paine en el autor que más rápido había vendido en la historia. Pero la revolución apenas acababa de empezar. El 21 de junio, el anfitrión parisino de Paine lo despertó antes del amanecer y le dijo: «¡Los pájaros han volado!». El rey y su familia habían huido de palacio. Paine salió tan apresuradamente a la calle que olvidó ponerse el sombrero con la cinta tricolor republicana y estuvo a punto de morir a manos de una multitud furiosa.

Poco después regresó a Londres, pero, según parece, la mala experiencia no había mermado el entusiasmo que sentía por la revolución. A principios 1792 publicó la segunda parte de *Los derechos del hombre*, que era más explícitamente republicana. Había comprendido que los principios de libertad e igualdad por los que había combatido en los Estados Unidos también podían expresarse plenamente en Europa. Que un régimen tradicional como el de Francia pudiera transformarse de forma tan dramática significaba que la revolución podía producirse en cualquier lugar.

El libro tuvo tanto éxito que el gobierno británico envió representantes para sopesar la lealtad de las tropas, preocupado porque el país estuviera al borde de una guerra civil. Arrestaron a los libreros, cerraron los clubes de debate y acusaron a Paine y a su editor de sedición, un delito que conllevaba la pena de muerte. El 15 de septiembre huyó del país, «rodeado de una turba hostil». Tras llegar a Francia, donde lo recibieron entre aclamaciones de «¡Viva Thomas Paine!», ocupó su asiento en el nuevo gobierno electo, la Convención Nacional.

La atmósfera no podía ser más tensa: se hablaba a menudo de traidores e invasiones y se vivía una oleada de ejecuciones patrocinadas por el Estado. La Convención estaba claramente dividida desde el principio en dos extremos: los jacobinos a la

izquierda (dirigidos por el abogado Maximilien Robespierre) y los girondinos, más próximos a Paine, a la derecha. En los debates más virulentos sobre el destino del rey, Paine abogó por la clemencia, lo que enfureció al cada vez más poderoso Robespierre. El 21 de enero 1793, en un acto que horrorizó a los conservadores de toda Europa, el rey Luis fue enviado a la guillotina.

En junio, los jacobinos se apoderaron del poder mediante un golpe parlamentario y arrestaron a sus rivales girondinos. A Paine le impidieron entrar en el edificio donde tenía su sede la Convención. Cuando ese mismo día se cruzó con un compañero jacobino en la escalera le espetó que el escritor que había comparado a la República francesa con Saturno, el dios que había devorado a sus hijos, estaba en lo cierto. «Las revoluciones no pueden hacerse con agua de rosas», replicó el francés. De esta forma comenzó el reinado del Terror. Los jacobinos arrestaron a los granjeros y se apoderaron de sus cultivos; además, se intensificaron las ejecuciones políticas, incluidas las de los girondinos. En octubre, Paine fue declarado traidor, pero no podía regresar a Inglaterra, donde le esperaba la pena de muerte, ni huir a los Estados Unidos, porque los barcos británicos lo esperaban en el Canal para interceptarlo. Así que, una vez más, se puso a escribir. «Vi que mi vida estaba en continuo peligro», contaría más tarde. «Mis amigos caían a la misma velocidad a la que la guillotina les cortaba la cabeza, así que, dado que a diario esperaba que me sucediese lo mismo, decidí ponerme a trabajar». El temido momento llegó justo después de Navidad: los agentes de seguridad lo despertaron aporreando la puerta de su hotel. Mientras se dirigían hacia la prisión, Paine se las arregló para entregar una copia de su precioso manuscrito a su editor, de forma que este se publicó en Londres en febrero de 1794. Mientras Paine esperaba desesperado en una celda sucia y llena de piojos, su última obra tuvo un gran éxito, superior incluso al de los libros anteriores. Con la monarquía aparentemente a punto de desaparecer, Paine utilizó la nueva ciencia del cosmos para atacar lo que consideraba la otra gran tiranía del mundo. Ni ella ni la reputación de Paine se recuperarían nunca por completo.

* * *

Desde la época en que vivía en Londres, Paine no había dejado de reflexionar sobre las implicaciones que podía tener la comprensión científica del cosmos para la fe religiosa. «Cuando llegué a dominar el uso de los globos terráqueos y del planetario mecánico y logré, al menos, un conocimiento general de la denominada filosofía natural, empecé a comparar la evidencia interna que permiten esas cosas con el sistema cristiano de la fe», escribió. Estaba convencido de que no era suficiente reescribir la política. Todas las iglesias nacionales —ya fuera la judía, la cristiana o la «turca»— eran puras invenciones humanas, concluyó, «elaboradas para aterrorizar y esclavizar a la humanidad y monopolizar el poder y las ganancias». Por tanto, la revolución religiosa también era necesaria.

Los padres fundadores de los Estados Unidos habían dado un gran paso al separar el nuevo gobierno de la influencia religiosa, como recomendaba Paine en *El sentido común* y como, antes de él, habían hecho Locke y Montesquieu. La intención era proteger la libertad de creencia, de manera que ninguna religión predominara sobre otra. Pero mientras Paine escribía en París, los revolucionarios franceses iban mucho más lejos. No solo estaban separando la religión del gobierno, estaban destruyéndolo todo.

El nuevo régimen ya se había apoderado de las tierras pertenecientes a la Iglesia católica; además, había desmantelado las órdenes religiosas y había mandado al exilio o matado a muchos sacerdotes. En el otoño de 1793, Robespierre y sus compañeros jacobinos eliminaron de forma sistemática todos los símbolos y creencias religiosas del país y los reemplazaron por los valores seculares de la Ilustración. Las catedrales y cementerios fueron vandalizados. Las campanas de las iglesias se fundieron para hacer armas. Se introdujo un nuevo calendario, con semanas de diez días y meses de tres semanas, que no empezaba con la fecha del nacimiento de Cristo, sino con la de la fundación de la República. La catedral de Nôtre Dame pasó a llamarse el Templo de la Razón.

A pesar de que todo eso coincidía con el replanteamiento

religioso que estaba esperando, Paine temía el tipo de sociedad que podía generarse si la religión organizada se destruía sin que nada la sustituyera. Así pues, en su último trabajo importante, *La edad de la razón*, trató de imaginar una religión libre de iglesias para procurar un nuevo marco espiritual más democrático que impidiera a la gente caer en la inmoralidad y el ateísmo. Los acontecimientos que habían tenido lugar en Francia demostraban que, según sus propias palabras, «una obra de este tipo es extremadamente necesaria para impedir que, en el naufragio general de la superstición, los falsos sistemas de gobierno y la falsa teología, perdamos de vista la moralidad, la humanidad y a la verdadera teología».

Para ello, se basó en las ideas que había escuchado en las conferencias a las que había asistido en Londres hacía muchos años. Los profesores que popularizaron los trabajos científicos de Newton en esa época a menudo utilizaban la nueva comprensión del cosmos para probar o defender la creencia en un dios cristiano, en la tradición denominada teología-física[3]. En este sentido, James Ferguson, el fabricante de planetarios mecánicos, escribió que la astronomía nos convence «¡de la existencia, sabiduría, poder, bondad y cuidado del SER SUPREMO! Un astrónomo que no es devoto está loco». El matemático Benjamin Martin argumentó que el estudio científico del cielo «genera una idea digna de un Ser infinitamente sabio, perfecto y poderoso».

Paine adoptó los argumentos de los astrónomos, pero les dio un vuelco. Llevó a sus lectores a visitar el sistema solar, como habían hecho sus maestros, enfatizando la vastedad y la grandeza del cosmos —«hay espacio para millones de mundos tan grandes o más grandes que el nuestro, y cada uno de ellos está a millones de millas de distancia»— y explicó que un ser benevolente (el «conferenciante todopoderoso») había creado numerosos planetas para que los humanos pudieran observar sus movimientos y descubrir de esa forma las leyes de la naturaleza. Esa es toda la prueba que necesitamos de la existencia de un Dios todopoderoso, afirmó.

Pero, a continuación, hundía el cuchillo al asegurar que la

naturaleza del universo que estaba describiendo demostraba que las creencias cristianas eran absurdas. Si Dios hizo más mundos que estrellas, se preguntaba, ¿por qué debía nacer un único salvador en este? ¿Cómo era posible que creyéramos que «el Todopoderoso, que tenía millones de mundos igualmente necesitados de su protección, los había descuidado para venir a morir en el nuestro, porque, según se decía, un hombre y una mujer se habían comido una manzana?». Lejos de fortalecer la fe cristiana, la existencia de innumerables sistemas solares hacía que esta pareciera «al momento un poco ridícula; y se dispersa en la mente como las plumas en el aire».

Paine usó un argumento similar contra el concepto de la divina revelación, sugiriendo que un Dios benevolente, que amaba a todos los seres racionales del vasto universo, no podía ponerse a disposición de unos cuantos individuos en un momento y un lugar determinados; tampoco era concebible que restringiera la difusión de su mensaje a los que comprendían la lengua de las escrituras. En cambio, dijo Paine, ese Dios hablaría de una manera que todos pudieran experimentar y entender, en la lengua del cosmos. «Lo que ahora se llama filosofía natural, que abarca la todo el círculo científico, donde la astronomía ocupa el primer lugar, es la verdadera teología». La palabra de Dios no se encontraba en la Biblia, sino en las leyes físicas de Newton.

Al igual que en sus trabajos anteriores, las ideas que Paine exponía en *La edad de la razón* no eran del todo originales. Seguían la tradición deísta del siglo XVIII, inspirada por pensadores ilustrados como Voltaire, Spinoza y David Hume[4]. En lugar de creer en un dios personal que interfiere constantemente en los asuntos humanos, los deístas concibieron al creador como un relojero divino, que da cuerda a su mecanismo y después retrocede para dejar que funcione de acuerdo con las leyes físicas. Sus creencias no fueron particularmente controvertidas. Según parece, buena parte de los padres fundadores —Franklin, Jefferson, Madison, Washington— eran deístas, pero a la vez eran discretos en sus puntos de vista y respetuosos con la Iglesia; muchos de ellos seguían pensando que la religión organizada era necesaria para

conservar el dominio de las masas. Paine los atacó públicamente y con desdén.

El resultado, cuando se publicó en 1794, fue explosivo. *La edad de la razón* es uno de los libros más controvertidos de la historia de la religión. Aunque la reacción fue escasa en Francia, la obra se hizo especialmente popular en Gran Bretaña, a pesar de los desesperados esfuerzos del gobierno para suprimirla, y aún más en los Estados Unidos, donde en 1796 llegó a la decimoséptima edición. El éxito del libro contribuyó a avivar, además de un crecimiento significativo del deísmo, una reacción espectacular del cristianismo, con la publicación de más de treinta refutaciones, una de las cuales se entregó a todos los estudiantes de Harvard, y un renacimiento religioso conocido como el segundo Gran Despertar.

Paine estuvo a punto de no vivir para ver todo eso. En junio, el Terror estaba en pleno auge, con decenas de miles de ciudadanos encarcelados y un gran número de ejecuciones diarias. «Robespierre y su comité habían llegado a tal punto de rabia y desconfianza que daba la impresión de que temían dejar un solo hombre vivo», escribió Paine. «Apenas pasaba una noche en la que diez, veinte, treinta, cuarenta, cincuenta personas o más fueran sacadas de prisión, llevadas ante un tribunal por la mañana y guillotinadas antes del anochecer». Luego volvió a tener una grave recaída de fiebre tifoidea.

«Por aquel entonces tenía pocas esperanzas de sobrevivir, y los que me rodeaban aún menos», dijo. Pero es posible que la fiebre le salvara la vida. El 24 de julio Paine fue sentenciado a muerte. Se cuenta que en esos días la temperatura de Paine era tan alta que a sus tres compañeros de celda de nacionalidad belga se les dio permiso para dejar abierta la puerta de la celda a fin de que pudiera entrar un poco de aire. La celda debía marcarse con el número cuatro para indicar que los que se encontraban en ella debían ser ejecutados al día siguiente, pero, como la puerta estaba abierta, el número fue escrito en la parte interior de esta. Esa noche, los belgas pidieron a la guardia que volviera a cerrarla y, de esa forma, ninguno murió.

Varios días más tarde, el Terror se derrumbó y Robespierre

fue ejecutado. Paine sobrevivió a su enfermedad (aunque su salud nunca se recuperó del todo) y en noviembre fue por fin puesto en libertad. Vivió en Francia otros cinco años y conoció al futuro emperador Napoleón Bonaparte, quien en una ocasión le contó que dormía con una copia de *Los derechos del hombre* bajo la almohada[5]. Paine escribió dos partes más de *La edad de la razón*, en las que señaló los aspectos de la Biblia que le parecían absurdos, inconsistentes e inmorales. En 1802 cruzó el Atlántico una vez más para instalarse en Washington DC, la nueva capital.

No lo recibieron como esperaba. Aunque tenía algunos partidarios leales, a los conservadores no les gustaba su política radical y mucha gente estaba conmocionada por los feroces ataques que había dirigido contra George Washington cuando se había sentido abandonado en la prisión del Luxemburgo. Pero, por encima de todo, Paine era odiado por *La edad de la razón*, que había transformado al antiguo héroe de la revolución en un «ateo borracho», un «reptil repugnante» e incluso una «bestia semihumana». Sus viejos amigos le retiraron la palabra. En una ocasión incluso le negaron un asiento en una diligencia y le arrojaron piedras. Un funcionario local le impidió votar. Murió en 1809 en Nueva York y a su funeral solo asistieron seis personas.

«¡Pobre Tom Paine! Yace ahí», dice la vieja canción infantil. «Nadie ríe y nadie llora / Adónde fue y cómo le va / Nadie lo sabe y a nadie le importa».

* * *

Varios siglos antes, como hemos visto, las principales religiones organizadas, incluido el cristianismo, habían disociado a Dios del cosmos y habían reemplazado las antiguas deidades del cielo por un creador independiente y abstracto. Pero la gente seguía teniendo una visión del universo en la que este aparecía estimulado y alimentado por la energía divina —lo que Platón denominaba «pneuma», o alma—, incluidos los eruditos que habían concebido el universo como una máquina racional. En el siglo XIV, cuando Dante describió el cosmos como un reloj mecánico, los

engranajes recibían el impulso del amor divino. Para Kepler, que calculó las órbitas elípticas trescientos años más tarde, los movimientos ordenados de la Tierra, el Sol y los planetas estaban guiados por sus almas, que se irradiaban en el espacio. Descartes describió nuestros cuerpos como el cosmos, es decir, como máquinas físicas, aunque sostuvo que lo que hace al hombre humano (a diferencia de los autómatas, que carecen de objeto) es la adición vital de un alma inmaterial.

Además, para muchos pensadores ilustrados, aunque el funcionamiento específico del universo físico podía predecirse gracias a las matemáticas, su poder y significado procedía, en última instancia, de Dios. El mismo Newton era un cristiano devoto y afirmaba que la belleza y la regularidad que veía en el cielo solo podía «derivar del consejo y el dominio de un Ser inteligente y poderoso». Otros, como Paine, tenían la esperanza de que la humanidad supiera combinar el cosmos newtoniano con el asombro religioso característico del deísmo.

Pero las cosas no fueron así. Los argumentos de Paine contribuyeron, sin duda, a echar por tierra muchas de las afirmaciones y argumentos de la religión organizada: «Fueron los hombres como Paine, quienes, afrontando la persecución, lograron la distensión del dogma de la que se beneficia nuestra época», dijo el filósofo Bertrand Russell en 1934. Pero el deísmo no reemplazó al cristianismo y en la actualidad *La edad de la razón* no se defiende como un texto espiritual, sino como un paso fundamental hacia el ateísmo. Cuando los filósofos y científicos occidentales volvieron a plasmar el cosmos como una máquina que se autorregulaba, que se podía explicar y se orientaba por principios matemáticos predecibles, destruyeron sin darse cuenta la necesidad de la influencia divina. El alma del universo empezó a menguar.

El sociólogo alemán Max Weber denominó a ese proceso el «desencantamiento»; el filósofo Friedrich Nietzsche lo describió como «la muerte de Dios». Después de la Ilustración, los gobernantes dejaron de basar su poder en la voluntad divina y lo fundamentaron en el consentimiento y la racionalidad del pueblo. La historia de Paine ilustra la manera en que la nueva cosmología

inspiró ideas sobre la democracia y los derechos humanos. Pero eso no fue todo. El modelo de sistemas físicos predecibles que se pueden comprender mediante las matemáticas se aplicó con entusiasmo a otras áreas de la vida humana, como el dinero y la mente.

Los filósofos como David Hume (al que a veces se llama el «Newton de las ciencias morales») afirmaron que los marcos éticos necesarios para la vida se podían elaborar sin necesidad de recurrir a las enseñanzas religiosas. El fundador de la economía moderna del libre mercado, Adam Smith, dijo que la teoría de la gravedad de Newton «es el mayor descubrimiento que el hombre ha hecho hasta la fecha» y planteó la obra que publicó en 1776, *La riqueza de las naciones* —en la que describió los mercados regulados por las fuerzas invisibles de la oferta y la demanda— como unos nuevos *Principios*[6]. A partir del siglo XVIII, los defensores del nuevo campo de la psicología consideraron también a esta como un equivalente de la física de Newton, y comenzaron a estudiar los fenómenos de la física mental utilizando las herramientas de las matemáticas, lo que llevó a la publicación de cientos de «leyes» psicológicas[7].

Dios no estaba muerto, por descontado, pero el equilibrio de poder en el cosmos había cambiado. La física era la nueva regla suprema, tanto en la Tierra como en el cielo.

VIII

Luz

El martes 13 de marzo de 1781, un compositor llamado William Herschel estaba en el jardín de su casa de Bath, Inglaterra, observando las estrellas a través de un largo telescopio de unos dos metros de largo que él mismo había fabricado. Justo antes de medianoche, vio una luz desconocida navegando a través de la constelación de Géminis. Al principio pensó que era un cometa, pero no tenía cola. Poco a poco, sin embargo, se fue haciendo evidente que el faro errante era, en realidad, un nuevo planeta. Lo llamó *Georgium Sidus* —«la estrella de George»—, en honor del rey Jorge III, pero los astrónomos lo denominaron más tarde Urano, como el antiguo dios griego del cielo.

Fue un hallazgo enormemente significativo. Urano era el primer planeta que se descubría desde la Antigüedad y, dado que su órbita era mucho mayor que la de Júpiter y Saturno, duplicó el alcance del sistema solar conocido. En cualquier caso, su hallazgo fue solo uno de los innumerables que se realizaron en el cielo a finales del siglo XVIII y principios del XIX. Al mismo tiempo que las revoluciones iban transformando el mundo político, los telescopios, cada vez más potentes, cambiaban la visión que los astrónomos tenían de la bóveda celeste, ya que gracias a ellos era posible ver a mayor distancia y mejor que antes. Herschel, que colaboraba con su hermana Caroline, estaba en la vanguardia de la evolución que llevó de la observación de los cuerpos celestes conocidos con una precisión cada vez mayor, sobre todo para la navegación, a medir y explorar la totalidad del cielo.

Nuestro sistema solar se hizo más activo cuando los

astrónomos europeos fueron descubriendo un sinfín de cometas visitantes, así como innumerables objetos pequeños y oscuros que denominaron asteroides, empezando por Ceres en 1801, al que no tardaron en seguir Palas, Juno, Vesta y muchos más. Herschel distinguió más satélites en Saturno (Mimas y Encélado) y Urano (Titania y Oberón), y fue el primero en identificar el hielo ondulado en los cráteres de Marte. Las consecuencias para el amplio universo fueron aún más relevantes. Hasta entonces, las estrellas se habían visto como puntos casi fijos en la superficie de una bóveda o esfera relativamente cercana, pero, a medida que los astrónomos ampliaban sus observaciones, iban apareciendo cada vez más luces distantes, y ellos se adentraban embelesados en el infinito tridimensional del espacio profundo.

La variedad era impresionante. Muchas de las llamadas «estrellas» eran en realidad grupos de dos o tres vecinas que orbitaban entre sí y que, según especularon muchos, debían estar rodeadas de otros mundos. Entretanto, los astrónomos, incluidos los Herschel, catalogaban miles de objetos misteriosos y llenos de color que no se parecían en nada a las estrellas; una panoplia de nubes y cúmulos, espirales y manchas que se denominaron nebulosas (del latín *nubes*). Aunque los científicos eligieron nombres procedentes de la mitología griega, el cosmos ya no era el escenario donde se movían animales fantásticos o dioses antiguos, sino un jardín astronómico infinito, lleno de maravillas naturales y físicas que debían ser registradas y descritas.

Pero, como sucede en los mejores jardines, ciertos conocimientos fueron prohibidos. Los revolucionarios que esperaban reconstruir la sociedad después de haber eliminado a las antiguas autoridades también estaban redefiniendo el método y el ámbito del saber. El filósofo francés Auguste Comte, el influyente fundador del positivismo, rechazó por completo los argumentos morales y metafísicos y en los años treinta del siglo XIX declaró que la interacción de observación y razón newtonianas eran el único camino que podía llevar a la verdad. Pasó años definiendo el objetivo y los métodos de cada una de las ciencias, determinando qué tipos de investigación eran (y no eran) legítimos y fue claro en

el caso de la astronomía. Dado que observamos desde la Tierra, nuestro conocimiento de las estrellas distantes —que podemos ver, pero no tocar— siempre será limitado. «Podemos imaginar la posibilidad de determinar la forma de las estrellas, sus distancias, dimensiones y movimientos», escribió en 1835, «pero carecemos de medios para analizar su composición química». El astrónomo real británico George Biddell Airy reiteró el argumento de Comte en 1857 cuando advirtió que hacer conjeturas sobre la apariencia o la naturaleza de los cuerpos celestes «carece de interés astronómico propiamente dicho». Los científicos podían observar los movimientos de las estrellas, pero nunca podrían preguntarse de qué estaban hechas ni cómo funcionaban.

Pocas reglas se han roto de manera tan espectacular. Al cabo de apenas dos años, en 1859, dos investigadores se habían quedado a trabajar hasta tarde en su laboratorio de la Universidad de Heidelberg, en el sur de Alemania. Mientras miraban el río Neckar por la ventana, en dirección al Rin, vieron que el horizonte se iluminaba con un resplandor rojo: se había desencadenado un gran incendio en el vecino puerto de Mannheim. Como dijo un cronista, lo que vieron en esas llamas «los dejó boquiabiertos» y, además, demostró que Comte y Airy estaban totalmente equivocados. Lo que descubrieron los investigadores de Heidelberg abrió una nueva e impresionante ventana en el universo y, una vez más, transformó nuestra relación con el cielo.

* * *

El químico alemán Robert Bunsen es sobre todo famoso por la invención del quemador de gas, en la que colaboró. Las simples líneas metálicas de este instrumento están hoy en día presentes en los laboratorios químicos de todo el mundo. Los profesores muestran a los estudiantes cómo ajustar la cantidad de oxígeno que se mezcla con el gas al arder para conseguir una llama caliente e incolora. Lo que no suelen hacer es explicar de qué manera esa llama ayudó a Bunsen a adentrarse en las estrellas.

Por lo visto, Bunsen era una persona cálida y encantadora,

aunque algo despistado, y a menudo se le veía manchado por las salpicaduras de los reactivos químicos que utilizaba (la esposa de uno de sus compañeros dijo en una ocasión que quería besarlo, pero que antes iba a tener que lavarlo); tampoco parecía preocuparle la seguridad en el laboratorio —su compañero inglés, Henry Roscoe, recordó en una ocasión que había visto salir humo de sus dedos y había percibido «el olor a quemado que emanaba de Bunsen» mientras este destapaba un crisol ardiendo con las manos.

El químico alemán inició su carrera estudiando compuestos letales a base de arsénico con la ayuda de una máscara facial unida a un largo tubo de cristal que le permitía respirar aire fresco del exterior. Alrededor de 1830 descubrió un antídoto contra el envenenamiento por arsénico, que más tarde le salvó la vida cuando le estalló una muestra (una de las varias explosiones de laboratorio a las que sobrevivió). También estudió el funcionamiento de los géiseres sobrecalentados en Islandia e inventó un tipo de batería de zinc y carbono que utilizó para liberar metales puros de los minerales en el recién descubierto proceso de electrólisis.

Uno de esos metales era el magnesio. A Bunsen le fascinaba el brillante destello de energía que produce al quemarse y por ese motivo acabó interesándose por los aspectos químicos de la luz. Los químicos (y los alquimistas) sabían desde hacía mucho tiempo que cuando se pulveriza un fuego con diferentes sustancias se producen llamas de distintos colores: el magnesio generaba destellos blancos, el litio de color rojo rosado y el potasio violeta. ¿Qué significaban esos colores?

En 1852, Bunsen empezó a trabajar en la Universidad de Heidelberg. Al principio, el departamento de química estaba en un antiguo monasterio y los bancos del laboratorio se extendían bajo los claustros; un símbolo adecuado, tal vez, de la manera en que un nuevo tipo de conocimiento había reemplazado al antiguo. «A nuestros pies yacían los monjes muertos y arrojábamos los residuos sobre sus lápidas», recordó Roscoe. «Por aquel entonces no teníamos gas ni suministro urbano de agua». Heidelberg se conectó a las tuberías centrales de gas en 1853 y Bunsen desarrolló su

famoso quemador al cabo de unos años, en un laboratorio recién construido. La llama transparente, libre de hollín, le permitió ver los colores de los elementos con más claridad que cuando ardían en el fuego. Bunsen también usó filtros para aislar diferentes tonos, pero aun así fue difícil dar un sentido a los resultados: los compuestos de cobre producen llamas azuladas, por ejemplo, pero también lo hacen el arsénico y el plomo. Fue entonces cuando su amigo, el físico Gustav Kirchhoff, tuvo una idea.

Kirchhoff, aunque era igual de brillante en su propio campo, tenía poco que ver con Bunsen. Además de ser trece años más joven que el exuberante químico, según sus compañeros era una persona modesta y tímida. Pretendía averiguar cómo se comportaba la electricidad en diferentes circuitos y materiales y, al igual que Isaac Newton, tenía talento para observar de forma meticulosa los fenómenos complejos y deducir a partir de ellos elegantes leyes matemáticas para describirlos. Kirchhoff sugirió que en lugar de comparar llamas de diferentes colores con los ojos, Bunsen debía pasar la luz que emanaban a través de un prisma de cristal, como había hecho Newton en 1666.

Cuando Newton hizo brillar la luz solar, primero a través de un pequeño agujero o rendija y después a través de un prisma, comprobó que, a pesar de parecer blanca o transparente, la luz del sol estaba en realidad llena de rayos de color esmeralda, índigo, carmesí u oro. (Los científicos saben ahora que los diferentes colores corresponden a las distintas longitudes de onda de la luz). Cuando esa mezcla luminosa entra y sale de un prisma, los tonos son empujados fuera de su curso en cantidades variables y, de esta forma, el rayo solar se despliega en un arco iris. Kirchhoff pensaba que, si aplicaban el mismo truco a la luz de las llamas de Bunsen, los colores emitidos se extenderían en un espectro y gracias a ello podrían medirlos con más precisión.

Los dos científicos construyeron un aparato al que llamaron espectroscopio, formado por varias lentes, un prisma y un telescopio de observación metidos dentro una caja cerrada. Lo usaron para estudiar las «reacciones de la llama» a una serie de sustancias —sodio, litio, estroncio, calcio, bario— y descubrieron algo

curioso. Todos los elementos, al margen de cuál fuese la forma química que se quemara, la temperatura a la que lo hacía o el gas en que ardía, emitían siempre el mismo patrón de luz.

Varios científicos eminentes habían usado ya prismas para estudiar la luz que producían las llamas y habían identificado unas bandas características de color emitidas por ciertas sustancias, llamadas líneas espectrales, como el par de líneas de tono amarillo intenso que producía el sodio. Pero las combinaciones de líneas que generaban los múltiples elementos en los diferentes compuestos eran a menudo confusas y complejas. El talento de Kirchhoff, que dio un sentido a esos patrones, unido a la llama clara del quemador de Bunsen (que no emitió líneas visibles propias) y a su habilidad para sacar muestras extremadamente puras mediante la electrólisis, permitió a los dos estudiosos comprender por primera vez el verdadero alcance de sus resultados. Cada elemento tenía una firma única, que se escondía en la luz.

El nuevo método era objetivo. En lugar de evaluar los diferentes tonos a simple vista, permitía incluso a un daltónico identificar los diferentes elementos a partir de sus llamas midiendo el espacio preciso que había entre las líneas que producían. Además, era exquisitamente sensible. Bunsen y Kirchhoff realizaron varios experimentos en los que uno de ellos calentó una pequeña muestra en un rincón del laboratorio, balanceando una gran sombrilla abierta para ayudar a que el vapor se difundiera en el aire, mientras que el otro se sentaba en la esquina opuesta, mirando a través del espectroscopio. Según afirmó Bunsen, para detectar sobre todo el sodio y el litio, el método «supera todo lo conocido en química analítica en cuanto a precisión y sensibilidad», captando apenas una parte por millón de «sal» en el aire.

Dos años más tarde, utilizaron los espectros de llama para descubrir dos elementos completamente nuevos. Las trazas de uno se ocultaban en el agua mineral de Dürkheim y emitió dos líneas de color azul cielo, de manera que lo llamaron cesio, del latín *caesius*, «que los antiguos utilizaban para designar el azul de la

parte superior del firmamento». El otro era el rubidio (identificado por una línea espectral de color rojo oscuro), que se encontraba en un mineral de color rosa denominado lepidolita. El nuevo enfoque fue rápidamente aceptado por otros científicos y con ello se aceleró el crecimiento de la tabla periódica.

Pero eso no fue todo. Cuando Bunsen y Kirchhoff vieron el incendio de Mannheim a través de la ventana de su laboratorio una noche de 1859, se pusieron a observar la luz con el espectroscopio y se sorprendieron al detectar en ella las líneas características del bario y el estroncio, a pesar de que las llamas se encontraban, al menos, a quince kilómetros de distancia. Varios días más tarde, mientras hacían senderismo por las colinas boscosas que rodeaban Heidelberg, un camino conocido en la universidad como «el paseo del filósofo», Bunsen tuvo una idea: además de mirar la otra orilla del Rin, quizá pudieran observar también el universo con el espectroscopio. Comte y sus compañeros positivistas habían afirmado rotundamente que esa idea superaba los límites de la ciencia, que era algo escandaloso, y Bunsen era consciente de que la gente iba a pensar que estaba loco por el mero hecho de soñar con esa posibilidad, pero, al mismo tiempo, tenía sentido. «Si pudimos determinar la naturaleza de las sustancias que ardían en Mannheim, ¿por qué no podemos hacer lo mismo con el Sol?», tuvo la osadía de preguntar a Kirchhoff.

* * *

Casi sesenta años antes, en el verano de 1801, dos edificios se habían derrumbado en una calle secundaria de Múnich, en Alemania. Solo había sobrevivido una persona. Después de trabajar durante horas, el equipo de rescate sacó de entre las ruinas a un niño —un huérfano de catorce años llamado Joseph— y, con él, los cimientos de nuestra comprensión científica del Sol. Cuando Bunsen y Kirchhoff se concentraron en el cielo medio siglo más tarde, se guiaron por el trabajo de Joseph.

Tras la muerte de sus padres, Joseph Fraunhofer había trabajado como aprendiz en el taller de un pulidor de cristal,

donde, según sus biógrafos, no lo habían tratado bien. Intentó aprender matemáticas y óptica de los viejos libros de texto, pero su maestro lo desalentó y sus amigos se burlaban de él porque desperdiciaba el tiempo de esa forma. El accidente lo cambió todo. La historia de su milagroso rescate llegó a oídos de Maximiliano José, el príncipe (más tarde rey) de Baviera, quien le concedió una generosa subvención de dieciocho ducados. Fraunhofer usó el dinero para dejar el taller y comprar su propia pulidora de vidrio. Continuó aprendiendo óptica y, cuando cumplió veinte años, entró en una empresa que producía instrumentos de astronomía y topografía, donde empezó a trabajar sobre uno de los logros más perseguidos en el mundo de la astronomía: las llamadas lentes «acromáticas».

Los telescopios existían desde, al menos, el año 1608, cuando un fabricante de cristal holandés había intentado patentar la idea de usar un par de lentes «para ver las cosas que estaban lejos como si estuvieran cerca». La noticia del invento se difundió rápidamente. En Italia, Galileo fabricó su propio telescopio y lo apuntó hacia el cielo en 1609. Johannes Kepler realizó uno mejor en Praga en 1611. Alrededor de 1650, el astrónomo holandés Christiaan Huygens utilizó una versión de cuatro metros del diseño de Kepler, con el que descubrió el satélite de Saturno, Titán, y esbozó la nebulosa de Orión.

Pero a medida que los astrónomos iban fabricando lentes de mayor potencia, las imágenes aparecían cada vez más distorsionadas, con borrosas franjas de color. En la década de los sesenta, Newton comprendió que dicha distorsión se debía a que las lentes funcionaban como prismas, refractando varios colores de la luz en distintas cantidades. Para resolver el problema construyó un «telescopio reflector», que, en lugar de lentes refractarias, contenía un espejo, de forma que, al rebotar todos los colores en el mismo ángulo, se evitaba la desviación. El problema era que los espejos disponibles —hechos con una aleación de estaño y cobre llamada espéculo— se empañaban enseguida. Esta dificultad se resolvió a mediados del siglo XIX, cuando empezaron a fabricarse espejos más duraderos metiendo una lámina fina de plata entre dos

cristales. En cualquier caso, desde mediados del siglo XVIII los ópticos se concentraron en realizar lentes que eliminaran la distorsión combinando capas de diferentes tipos de cristal para que todos los colores se refractaran en la misma cantidad.

Era difícil conseguir muestras de cristal tan puras que pudieran pulirse con la precisión necesaria, pero Fraunhofer era uno de los mejores. Además, hizo lentes para microscopios y un nuevo tipo de instrumento que llamó «heliómetro», para medir con exactitud las posiciones celestes. (En 1838 se usó para medir el paralaje estelar y gracias a él se pudo estimar por primera vez la distancia de una estrella). Para diseñar lentes perfectas, Fraunhofer necesitaba comprobar con exactitud la inclinación de diferentes colores de la luz según el tipo de vidrio. Así pues, hizo unos prismas de sus muestras de cristal y analizó los espectros resultantes valiéndose de un pequeño telescopio. En 1814, mientras trazaba la trayectoria de los colores en un estrecho rayo de luz solar, notó algo extraño.

Newton había afirmado que un prisma descomponía la luz solar en una banda continua de color, pero cuando Fraunhofer observó el espectro más de cerca se dio cuenta de que no era cierto. «Vi un número casi incontable de líneas verticales fuertes y débiles con el telescopio», escribió. Esas misteriosas líneas eran más oscuras que el resto del espectro y algunas eran «casi totalmente negras», como si los colores se hubieran borrado. Con el tiempo, registró quinientos cuarenta y siete ejemplos, que en la actualidad se conocen como las líneas Fraunhofer[1].

Además del Sol, Fraunhofer examinó los espectros de la Luna, de los planetas y de algunas estrellas. Al final, concluyó que la luz que reflejaba Venus era la misma que la que emanaba el Sol, pero vio diferentes patrones en las estrellas. La luz de Sirio, por ejemplo, estaba marcada por tres líneas oscuras, una en la parte verde del espectro, dos en la azul, que no aparecían en la luz solar. Ciertos colores faltaban en los diferentes tipos de objetos celestes. ¿Por qué?

En 1823, Fraunhofer, el aprendiz de pulidor de vidrio, fue nombrado profesor de Física y miembro de la Real Academia de

Ciencias de Baviera y entró a formar parte de las clases dirigentes. Al año siguiente, se incorporó a la nobleza y añadió el título *von* a su apellido. En 1826, con solo treinta y nueve años, murió de tuberculosis sin haber encontrado una explicación a las líneas que había descubierto. En cualquier caso, puso unos cimientos sobre los que otros pudieron construir. En su lápida en Múnich se puede leer: *Approximavit sidera*, «Acercó las estrellas».

* * *

El reto de Bunsen y Kirchhoff era averiguar qué relación existía entre sus líneas brillantes de emisión y las líneas oscuras del espectro solar que había visto Fraunhofer. Otros investigadores (incluido el hijo de William Herschel, John) habían observado que algunas de las líneas parecían coincidir: por ejemplo, dos líneas oscuras destacadas, que ocupaban la misma posición en el espectro que las dos líneas amarillas brillantes emitidas por el sodio al arder, quebraban la luz solar.

En 1859, Kirchhoff llevó a cabo un experimento crucial. Para comprobar si las dos líneas de Fraunhofer coincidían realmente con las líneas brillantes de sodio, las superpuso, dejando que la luz solar resplandeciera a través de una llama en la que quemó sal de mesa (cloruro de sodio). Luego analizó el espectro resultante con el espectroscopio. Esperaba que luz brillante de la sal al arder llenara los huecos oscuros de la luz solar, pero se llevó una sorpresa. En lugar de tapar los huecos, las líneas resplandecientes habían desaparecido y las líneas de Fraunhofer eran aún más negras.

Cuando repitió el experimento con una luz solar más tenue, las líneas brillantes del sodio reaparecieron. Kirchhoff comprendió al vuelo lo que sucedía. A diferencia de Newton, que había afirmado que la luz estaba compuesta de corpúsculos o partículas, Kirchhoff la vio como una onda y sabía que las ondas de ese tipo también transmiten calor[2]. Partiendo del principio de que la energía siempre fluye de un objeto más caliente a uno más frío, demostró teóricamente que, si un gas está más caliente que lo que lo rodea, sus átomos emiten cierto patrón de radiación. Pero si, en

cambio, está más frío, absorbe el patrón y crea unas líneas oscuras, en lugar de brillantes. Esto también explicaba cómo se producían las líneas de Fraunhofer: Kirchhoff entendió que las capas externas del Sol debían de estar más frías que su núcleo resplandeciente. A medida que la luz iba atravesando las capas más frías en su camino hacia la Tierra, iba absorbiendo ciertos colores o longitudes de onda. Eso significaba que las líneas solares oscuras mostraban la presencia de varios elementos en la atmósfera solar, de igual forma que las líneas brillantes las identificaban en el laboratorio. El par de líneas amarillas que faltaba en el espectro solar sugería que el sodio era uno de los elementos presentes en las capas más frías.

Kirchhoff y Bunsen comprendieron que su investigación podía llevarlos mucho más lejos. La pareja se embarcó en una febril serie de experimentos, que Bunsen describió en noviembre de 1859 como un trabajo que «no nos deja dormir». Metieron todo lo que se les ocurrió en la llama del quemador, buscando colores que coincidieran con otras líneas de Fraunhofer, y pronto encontraron elementos como el calcio, el cromo, el magnesio, el níquel y el zinc[3].

Roscoe los visitó en Heidelberg en 1860. «Nunca olvidaré la sorpresa que sentí», dijo, «cuando, en el cuarto trasero del antiguo Instituto de Física, miré el interior del excelente espectroscopio que Kirchhoff había fabricado allí». Se quedó embelesado al ver la firma familiar de hierro en la luz que había sido creada en el cielo, a ciento cuarenta y seis millones de kilómetros de distancia. «La convicción de que nuestro hierro terrestre existía también en la atmósfera solar me abrumó».

Otros científicos que estudiaban las líneas de Fraunhofer habían llegado más o menos a las mismas conclusiones, pero Kirchhoff fue el primero en explicar con precisión cómo se relacionaban las líneas de emisión y absorción y en sugerir que se utilizaran para buscar elementos en el Sol. Los mecanismos específicos que hay detrás de cada patrón de firma de las líneas no se explicaron hasta los años veinte del siglo XX, cuando los científicos desarrollaron un modelo para la estructura de los átomos. Con todo, nuestra visión del cielo se había transformado.

Durante toda la historia de la humanidad, el Sol había sido dueño de una luz seductora, aunque también misteriosa. Newton había comprendido por fin sus movimientos, pero Kirchhoff y Bunsen habían ido más allá y lo habían convertido en un objeto físico comprensible: una bola de gas brillante, más fría en la superficie que en el interior, que se comportaba como cualquier otro cuerpo caliente y estaba compuesto de los mismos materiales que se podían encontrar en la Tierra.

* * *

Los descubrimientos de Bunsen y Kirchhoff no tardaron en difundirse por toda Europa. En Inglaterra, científicos como Roscoe pronunciaron conferencias públicas en las que explicaban la revolucionaria idea de usar la luz para explorar los elementos físicos de los planetas y las estrellas. «Si fuéramos al Sol y trajéramos varias partes de él para analizarlas en nuestros laboratorios, no podríamos examinarlas con más precisión de la que tenemos ahora gracias a la nueva manera de estudiar el espectro», explicó el astrónomo británico Warren de la Rue en la conferencia que dio en la Sociedad Química de Londres en 1861. Una de las personas que se sintieron cautivadas por las noticias fue un astrónomo aficionado llamado William Huggins, que tenía un observatorio en el jardín trasero de su casa.

Huggins procedía de una familia acomodada de comerciantes de seda. Cuando era niño enfermó de viruela y, a raíz de eso, su salud se resintió tanto que en buena medida se educó en casa. Siempre demostró tener un talento especial para la ciencia (según se cuenta, construyó una «máquina eléctrica» a los seis años y cuando la terminó corrió por la casa gritando entusiasmado «¡He tenido un *shock*!») y, siendo aún adolescente, compró el primer telescopio con el que empezó a observar el cielo nocturno a través de la ventana de su habitación, que se encontraba encima de la tienda familiar, situada en el centro de Londres, o de pie en el tejado, entre las humeantes chimeneas. Soñaba con estudiar en la Universidad de Cambridge pero, cuando la salud de su padre falló,

se quedó en Londres para ocuparse del negocio. En 1854, cuando tenía veintinueve años, vendió la tienda y se instaló con sus padres en Tulse Hill, a ocho kilómetros al sur de la ciudad, para poder disfrutar del aire relativamente despejado.

Huggins construyó allí su observatorio. Erigido sobre unos pilares de hierro para poder ver sin obstáculos el cielo, estaba unido al piso superior de la casa principal por un pasillo de madera y coronado por una cúpula giratoria de más de tres metros y medio. Compró un telescopio de segunda mano —de tres metros de longitud y con una lente de veinte centímetros de espesor—, lo apuntó hacia los planetas y dibujó, entre otras cosas, las nubes, los remolinos y las manchas de Júpiter. Pero pronto se cansó de esas observaciones rutinarias y se preguntó si no habría una manera mejor de estudiar el cielo[4].

La encontró en enero de 1862. Huggins asistió a una velada en la Sociedad Farmacéutica de Londres en la que W. Allen Miller, un químico de la Universidad de Londres, dio una conferencia sobre la investigación que habían llevado a cabo Kirchhoff y Bunsen. Oír hablar de «Kirchhoff fue una gran revelación», dijo más tarde Huggins en unas vivaces memorias, fue como «descubrir un manantial en una tierra árida». Miller explicó la manera en que los químicos podían utilizar los espectros de las llamas para analizar las sustancias en el laboratorio. Pero fue la posibilidad de transformar la astronomía lo que impulsó a Huggins el resto de su vida. «Sentí como si de repente tuviera poder para poder levantar un velo por primera vez», dijo, «como si alguien hubiera puesto en mis manos una llave que podía abrir una puerta que siempre se había considerado cerrada para el hombre: el velo y la puerta que ocultaban el misterio de la verdadera naturaleza de los cuerpos celestes»[5].

Huggins y Miller eran vecinos y esa noche volvieron juntos a casa caminando. Mientras andaban, Huggins pidió a Miller que colaborara con él en la aplicación de los métodos de Kirchhoff a las estrellas. A continuación, equipó su observatorio con los instrumentos propios de un laboratorio químico; sus instrumentos astronómicos tuvieron que compartir el espacio con enormes

baterías «que emanaban gases nocivos», una gran bobina de inducción y varios estantes repletos de quemadores Bunsen, productos químicos y tubos de vacío.

Huggins y Miller empezaron a comparar las líneas oscuras de los espectros estelares con las líneas brillantes de diferentes elementos terrestres, iluminados por la chispa gigante de la bobina de inducción. «Los rayos luminosos típicos del hidrógeno terrestre resplandecían con las correspondientes radiaciones del hidrógeno estelar o caían en las líneas oscuras debido a la absorción de hidrógeno en Sirio o en Vega», recordó Huggins. «Combinamos el hierro de nuestras minas, claro u oscuro, con hierro estelar de partes opuestas de la esfera celeste».

Fue un trabajo difícil y meticuloso. La luz de las estrellas es desesperadamente tenue —recibimos alrededor de cincuenta mil millones de veces menos luz de la prominente estrella Vega que del Sol—. La pareja tuvo que construir su espectroscopio desde cero, creando una abertura de trescientas millonésimas de pulgada de anchura (un mecanismo de relojería movía poco a poco el pesado telescopio para mantenerlo perfectamente alineado con las estrellas durante la noche) y un prisma que fue diseñado para que no desperdiciara nada de luz estelar cuando se extendiera en un espectro. Pero ni siquiera así pudieron ver unas líneas, salvo en las noches más claras. Además, para hacer coincidir las líneas correspondientes a los diferentes elementos tenían que mirar varias veces desde los espectros de emisión —por ejemplo, el fugaz y resplandeciente destello del magnesio— las casi imperceptibles líneas estelares, lo que suponía un esfuerzo enorme para la vista.

A pesar de que algunos astrónomos de los Estados Unidos, Alemania e Italia también estaban buscando las líneas estelares, Huggins y Miller pronto lideraron el campo. En 1864 publicaron la descripción de los espectros de cincuenta estrellas importantes, incluido el color rojo pálido de Aldebarán, el naranja de Betelgeuse y el blanco brillante de Sirio. Explicaron que los espectros estelares son tan ricos en líneas como el del Sol y que, de igual forma, muchas de las líneas coinciden con elementos terrestres como el hidrógeno, el sodio, el magnesio y el hierro. A pesar de que

existían algunas diferencias entre las estrellas, en general el mensaje era claro: los elementos de materia terrestre no solo se encuentran también en nuestro sistema solar, sino en todo el universo.

Además de informar sobre la similitud química, los dos científicos también señalaron que los elementos que veían en las estrellas eran «algunos de los que estaban más estrechamente relacionados con la composición de los organismos vivos de nuestro globo». Varios escritores —como Paine— se habían preguntado con anterioridad si podría haber una vida similar a la de la Tierra en otras estrellas. Huggins y Miller afirmaron que sus resultados proporcionaban la primera evidencia científica de una asombrosa conclusión: las estrellas que observaban eran «al igual que nuestro Sol, centros de sustento y energía de los sistemas de unos mundos adecuados para albergar seres vivos».

A continuación, Miller retomó su investigación originaria y Huggins se concentró en esos misteriosos objetos llamados nebulosas —las volutas difusas, los parches y las espirales, tan distintos de las estrellas con forma de puntos—. Los astrónomos habían reflexionado sobre ellas en el siglo anterior y habían considerado que podían ser tanto algo semejante a unas regiones de «fluido brillante», origen de los distintos sistemas solares, como galaxias que se encontraban a una distancia inimaginable o «universos isla». En un primer momento, Huggins observó la nebulosa Ojo de Gato, un intrigante disco de color entre azul y verde que se encuentra en la constelación septentrional de Draco. Más tarde recordó que, mientras apoyaba el ojo en el espectroscopio, había sentido una mezcla de suspense y asombro. «¿Acaso no iba a examinar un lugar secreto de la creación?».

La nebulosa Ojo de Gato pertenecía a una clase de formas redondas inexplicables llamadas «nebulosas planetarias». Los últimos y más potentes telescopios estaban revelando que muchas nebulosas eran, de hecho, cúmulos de estrellas, lo que apoyaba la idea de las galaxias distantes, de manera que Huggins esperaba ver una maraña de líneas oscuras formadas por la luz estelar superpuesta. Lo que vio en realidad le llevó a preguntarse si su

equipo no habría funcionado mal: en lugar de un espectro, solo había una línea luminosa resplandeciente. Entonces comprendió que, a diferencia de cualquier otro objeto extraterrestre que había observado con su equipo, la nebulosa producía unas líneas de emisión como si se tratara de un gas ardiendo en un laboratorio.

Al poco tiempo identificó otras dos líneas débiles, y vio el mismo trío en la luz de otras nebulosas planetarias[6]. Concluyó que no eran agregaciones de soles, sino nubes enormes de gas luminoso[7]. Sin embargo, no todas las nebulosas eran iguales. En otros tipos, incluidas varias espirales, Huggins vio espectros débiles, que, según se confirmó más tarde, son galaxias iguales a la nuestra. Después de varias décadas de incertidumbre y especulación, el espectroscopio permitía distinguir diferentes tipos de «objetos maravillosos».

Huggins saltó de una frontera científica a otra desde su jardín de Tulse Hill. En mayo de 1866 hizo la primera observación espectroscópica de un tipo de estrella en explosión llamada nova después de que un corresponsal irlandés le comunicara que estaba sucediendo algo extraño a la constelación de la Corona del Norte. Escéptico, escudriñó el cielo tan pronto como anocheció y «me llevé una alegría al ver brillar una estrella nueva y resplandeciente». La luz se desvaneció a los pocos días, pero antes Huggins pudo descubrir que su espectro contenía una mezcla de líneas oscuras y resplandecientes, y llegó a la conclusión de que una estrella débil había sido engullida por llamas de hidrógeno ardiente en una «amplia convulsión». El descubrimiento de Huggins cautivó la imaginación popular y provocó incluso un sermón «desde el púlpito de una de nuestras catedrales» en el que se decía que «los astrónomos habían visto a lo lejos un mundo en llamas convertirse en humo y cenizas».

También analizó el espectro de un cometa de paso y detectó carbón en él. Además, fue pionero en la aplicación del efecto Doppler —según el cual, la luz de una fuente que se mueve hacia nosotros se desvía hacia el extremo azul del espectro, mientras que la luz de una fuente que retrocede es cada vez más roja—, cuyo mecanismo acababa de comprenderse, para estimar el movimiento

de las estrellas desde sus líneas espectrales cambiantes[8]. Las respuestas que obtuvo fueron muy inexactas, pero fue un primer intento valeroso.

Al mismo tiempo que se dedicaba a todo esto, Huggins debía cuidar de su anciana madre. La tristeza en la que se sumió después de su muerte, que se produjo en septiembre de 1868, le hizo perder la carrera en pos de las líneas espectrales de las llamas rojas de la corona solar, en las que el astrónomo Norman Lockyer identificó un nuevo elemento, el helio; también desaprovechó una invitación personal de Napoleón para visitar París. Después de eso, su principal compañero fue un perro llamado Kepler[9]. Pero su vida estaba a punto de dar un nuevo vuelco, ya que en Irlanda estaba creciendo una niña que también amaba las estrellas.

* * *

Margaret Murray, hija de un abogado dublinés, vivía en una acomodada casa georgiana junto al mar. Su madre había muerto cuando tenía nueve años y, según se decía, había aprendido astronomía con su abuelo. Así pues, no tardó en usar un pequeño telescopio para dibujar las constelaciones y las manchas solares y aprendió sola la nueva técnica de la fotografía. En 1867, cuando tenía diecinueve años, leyó un artículo de una revista sobre el trabajo de Huggins y se sintió fascinada[10]. Siguiendo las instrucciones que figuraban en el texto, Margaret se construyó un espectroscopio y detectó las líneas solares de Fraunhofer.

No se sabe a ciencia cierta cómo se conocieron Margaret y William, pero es posible que los presentara el fabricante de instrumentos de William, Howard Grubb, que tenía su sede en Dublín. Se casaron en 1875, cuando él tenía cincuenta y un años y ella veintisiete. Margaret alejó con delicadeza a su marido de su interés por el espiritismo e hizo que se replantease su imagen personal y su vestuario, animándole a que se dejara crecer el pelo y usara abrigos de terciopelo por la tarde. También se dedicó a la investigación que estaba llevando a cabo William y de esta forma juntos emprendieron una de las relaciones más fructíferas entre

marido y mujer de la historia de la ciencia.

A partir de 1876, las breves notas que William escribía en su cuaderno fueron sustituidas por los informes detallados que Margaret redactaba sobre los experimentos. Además, aportó al observatorio sus habilidades fotográficas. William había dibujado espectros a mano durante dos años, pero sus competidores estaban empezando a fotografiarlos —en especial los cónyuges Henry y Anna Draper, unos adinerados astrónomos del estado de Nueva York, que obtuvieron el primer «espectrograma» de la estrella Vega en 1872[11]—. Tras la llegada de Margaret a Tulse Hill, William y ella se convirtieron en los primeros astrónomos que utilizaron el método recién inventado de la «placa seca»[12] y con eso, más el par de nuevos y potentes telescopios (uno refractor y otro reflector) que les donó la Royal Society, no tardaron en ponerse a la cabeza.

William se ocupó del desarrollo, mientras Margaret —que era más joven y ágil, y veía mejor— se hizo cargo de buena parte de la observación. Pasar mucho tiempo en lo alto de una escalera era físicamente duro y requería unos ojos y unas manos muy sensibles, comentó la joven, además de «unas "juntas universales" y unas vértebras de caucho». Lo que vio fue tan fabuloso que se sintió compensada: «Cualquier imaginación se sentiría abrumada por las maravillas celestes que se desplazan majestuosamente y en perfecta armonía por los ocho kilómetros de la mayor ciudad y en medio de la mayor confusión del mundo». En cualquier caso, a veces deseaba que su marido fuera pintor, en lugar de astrónomo. «Si hubiera sido pintor de paisajes, creo que habría sido un hombre más feliz. Y yo… ¡ah! Tengo un gran sentido artístico —musitó—. Nadie sabe lo agotadora que es la ciencia, además, se necesita verdadera fe para sentirse feliz mientras se fuerzan los ojos para ver pequeños parches de luz o de oscuridad… como si se los agasajara con la belleza de los campos, los cielos y los bosques».

Juntos fotografiaron los espectros de los planetas, incluidos Urano, Saturno y Marte, así como las estrellas, desde las conocidas Sirio y Vega hasta especímenes raros como las Wolf-Rayet, unos astros recién descubiertos que tenían líneas de emisión imponentes en lugar de bandas oscuras. Continuaron explorando la naturaleza

de las nebulosas y pasaron años intentando (sin éxito) fotografiar las líneas espectrales en la corona del Sol. La fotografía también permitió a la pareja extender su espectro a la parte ultravioleta, invisible para el ojo humano.

William fue honrado con crecientes elogios y premios —fue nombrado presidente de la Royal Society y caballero por la reina Victoria— mientras que la pareja recibía en su casa de Tulse Hill a toda una serie de visitantes distinguidos, incluido el emperador de Brasil, un gigante barbudo, apasionado por la ciencia, que tenía su propio observatorio astronómico. Este impresionó a la pareja más que cualquier otro visitante y respondió a la explicación de William sobre las estrellas dobles diciendo: «Sí, es muy interesante, pero lo que siempre me ha desconcertado más es cómo se las arreglaron ustedes, los astrónomos, para averiguar el nombre de todas las estrellas».

Estaban en la cresta de la popularidad en un período en el que no dejaban de sucederse avances técnicos y descubrimientos científicos que aplastaban con frecuencia los mejores sueños de las décadas anteriores. En un primer momento, la Inglaterra victoriana había visto resurgir la fe cristiana fundamentalista, alimentada en parte por los horrores de la Revolución francesa y de las posteriores guerras napoleónicas, que se consideraban consecuencia del escepticismo y el racionalismo de escritores como Paine. Pero no fue por mucho tiempo. El progreso científico completó por fin el trabajo que habían iniciado los pensadores de la Ilustración con unos métodos empíricos que rechazaban la autoridad de la Biblia como fuente de conocimiento físico.

Además de los sorprendentes resultados en astronomía, los geólogos estaban sacando a la luz el profundo pasado de la Tierra, que se remontaba a mucho antes de los escasos miles de años que sugería la Biblia. Las tablillas babilónicas que había encontrado Rassam en la biblioteca de Asurbanipal mostraban que algunos elementos de ciertos relatos bíblicos como el Gran Diluvio estaban ya presentes en otras culturas siglos antes de que se escribiera la Biblia. Y, por supuesto, la teoría de la evolución por selección natural de Charles Darwin, publicada en 1859, ofreció una

poderosa explicación alternativa de la manera en que las especies —incluidos los seres humanos— habían surgido.

Para los seguidores positivistas de Comte (sus ideas se difundieron en inglés en 1865), los hechos científicos estaban ahí fuera, esperando a que alguien los descubriera, y el conocimiento que procuraban era absoluto. Tal vez nunca sabremos todo sobre el universo, pero a medida que nos aventuramos hacia lo desconocido, armados con las herramientas de la ciencia, nos aproximamos cada vez más a la verdad. Como dijo William en uno de los discursos que pronunció en calidad de presidente de la Royal Society: «Con cada descubrimiento nuestra visión del mundo se hace más gloriosa, la maravilla que supone, más sorprendente, mientras las cámaras y los palacios de la naturaleza que quedan por explorar constituyen una herencia inagotable para las futuras generaciones».

Hacia el final de su carrera conjunta, en 1899, William y Margaret publicaron un gran atlas de los espectros estelares (bellamente ilustrado por Margaret), que el periódico *The Times* describió como «uno de los mejores libros de astronomía de todos los tiempos». La obra cimentó su condición de fundadores de la nueva ciencia de la astrofísica y el universo que presentaba no era una creación estática sino una entidad en evolución. Sus fotografías de los espectros celestes, desde las novas a las nebulosas, iban acompañadas de una explicación sobre la manera en que las estrellas podían evolucionar quemando combustible a lo largo de sus vidas, tanto las jóvenes estrellas blancas como Sirio y Vega como el rojizo y descolorido Betelgeuse. Incluso especularon sobre la forma en que las sucesivas generaciones de estrellas quizá emergerían de los restos de los estallidos de las antiguas. Fue una visión de dimensión y magnificencia épicas, pero comprensible, de los secretos que se ocultaban en la luz.

* * *

En 1908, cuando tenía ochenta y cuatro años, William comunicó a la Royal Society que deseaba devolver los dos telescopios que la

institución le había donado, ya que no podía hacer el mejor uso de ellos, y esta decidió llevarlos a la Universidad de Cambridge, al nuevo departamento de Astrofísica. Howard Grubb, el fabricante de instrumentos de Dublín, viajó a Tulse Hill para supervisar el traslado. Llegó cuando lo estaban desmontando, con las partes y los accesorios del telescopio esparcidos por el suelo del observatorio.

En medio del desorden estaba William, envuelto en una gran capa, sentado tranquilamente en una caja de embalaje, mientras Margaret iba de un lado a otro vigilando cada movimiento de los trabajadores. Por fin, la enorme lente de treinta y ocho centímetros de espesor del telescopio refractor quedó bien guardada en su caja. Grubb hizo una señal a Margaret, que «tomó a sir William de la mano y lo llevó al otro lado de la habitación para que pudiera echar un último vistazo a su viejísimo amigo, el objeto de cristal que durante tantos años había cumplido la misión de llevar los rayos de luz desde una distancia muy lejana a un foco —recordó—. Los dos se detuvieron a mirarlo con tristeza antes de que cerrara la tapa».

El ámbito de estudio que la pareja ayudó a crear sacudió los cimientos de la cultura, ya que ocupó rápidamente el lugar de unos relatos celestes de antigüedad milenaria. Las Pléyades no son huérfanas ni hermanas, ni perros de caza —ni la marca de un toro celeste—, sino un cúmulo de recientes bolas calientes de gas, que queman hidrógeno y lo convierten en helio mientras se desplazan a través de las nubes de polvo cósmico. Aldebarán, el ojo llameante y rojo del toro, se convirtió en un gigante envejecido, que forja el carbono, el oxígeno y el nitrógeno que un día será catapultado a las profundidades del espacio. Venus —la brillante estrella del amanecer y del atardecer, la diosa del amor (o de la lluvia)— es, en realidad una roca del tamaño de la Tierra que esconde volcanes y montañas bajo sus nubes y puede que, en el pasado, también un océano poco profundo que se quemó debido a un efecto invernadero desmedido, con una superficie lo suficientemente caliente para derretir el plomo.

La espectroscopia ha revelado que, en cierta medida, Platón

tenía razón: venimos de las estrellas. Los astrónomos saben ahora que todos los elementos químicos más pesados que conforman nuestro mundo —del carbono al uranio— se cocinaron dentro de las estrellas hace varios eones, antes de que fueran arrojados al espacio en las explosiones de las supernovas. Casi todos los átomos de nuestro cuerpo fueron una vez parte de una estrella. El uso de la información de los espectros para precisar los ciclos de vida estelares ha permitido además descubrir nuevos y maravillosos objetos que los antiguos astrónomos no habrían sido capaces de imaginar: supernovas, explosiones cataclísmicas en las que ciertas estrellas ponen fin a sus vidas; las estrellas de neutrones, similares a un gigantesco núcleo atómico de apenas varios kilómetros de ancho, pero tan denso que una cucharadita pesa mil millones de toneladas; agujeros negros, aún más densos, con una gravedad tan aplastante que ni siquiera la luz puede escapar de ellos.

El método también ha dado algunas pistas sobre el origen y el destino del universo. Midiendo el desplazamiento Doppler en la frecuencia de la luz estelar que llega hasta nosotros —el método que Huggins probó por primera vez—, comprobamos que, sea cual sea la dirección hacia la que miramos, las galaxias distantes se alejan de nosotros a toda velocidad, lo que significa que el universo está en continua expansión. Pensando en sentido inverso este hallazgo se llegó a la teoría del Big Bang —la idea de que, hace 13 800 millones de años, un punto infinitamente pequeño y denso explotó en el universo, y desde entonces no ha dejado de crecer. Por fin tenemos una historia de creación científica para el cosmos, la primera que se basa en la tecnología y la observación, en vez de en la experiencia humana y el mito.

Galileo está considerado un héroe científico por haber apuntado su telescopio hacia el cielo y habernos hecho ver unas riquezas cósmicas inimaginables por primera vez. La posterior visión detallada de nuestros compañeros planetarios permitió demostrar que estos eran, al igual que la Tierra, objetos físicos y rastrear sus órbitas con la precisión necesaria para que Kepler y Newton pudieran describir matemáticamente el universo. En cualquier caso, creo que el desarrollo de la espectroscopia —de

Fraunhofer a los Huggins— fue también revolucionario, porque permitió a los astrónomos registrar algo más que el aspecto y el movimiento. Estos pioneros trajeron la totalidad del cosmos a la Tierra y con ello demostraron que Comte se equivocaba: no es necesario tocar los objetos distantes ni tener pedazos de ellos en nuestras manos para estudiar de qué están hechos y cómo funcionan. Podemos leer los secretos ocultos en su luz.

Podría decirse que acercaron las estrellas, según reza el epitafio de Fraunhofer. Pero, irónicamente, su trabajo también causó una profunda separación en la forma en que, como sociedad, experimentamos y aprendemos sobre el cielo. En la actualidad, los astrónomos construyen telescopios de una potencia impresionante que no solo analizan la luz visible, sino también cada parte del espectro electromagnético. Colocados en las cimas de las montañas o lanzados al espacio para evitar los efectos distorsionantes de la atmósfera, esas máquinas exquisitamente complejas investigan todo, desde la existencia de agua en Marte o en la Luna a la estructura de las primeras galaxias del universo. Los telescopios sintonizados con la radiación de alta frecuencia detectan las firmas de los cuásares cataclísmicos o las ráfagas de rayos gamma, en tanto que los instrumentos sensibles a las ondas más largas de infrarrojos penetran en las nubes de polvo y muestran las estrellas recién nacidas.

Pero nadie «mira» realmente a través de ellos. Margaret Huggins lamentó la diferencia que había entre contemplar los cielos y entrecerrar los ojos para ver un diminuto punto de luz. Hoy en día hemos llegado infinitamente más lejos. En la astronomía actual, unos detectores electrónicos captan los fotones de luz del cielo y los secretos celestes que estos contienen y los convierten en datos digitales que luego algunos de los ordenadores más potentes del planeta trituran en unas ecuaciones extremadamente complejas. En 2016, el albañil convertido en astrónomo Gary Fildes describió la visita que realizó al VLT (*Very Large Telescope*) de Chile en su libro *best seller*, *An Astronomer's Tale*. Incorporando cuatro espejos, cada uno de 8,2 metros de ancho, el VLT recoge la radiación visible e infrarroja y puede

distinguir puntos en el cielo separados por menos de una millonésima de grado. En lo que se considera la vanguardia de los intentos actuales por entender las estrellas, a Fildes le impresionó ver a los científicos trabajando duramente en las salas de control, con los ojos pegados, no a los telescopios, sino a paneles de pantallas: «Tuve la impresión de que no habían visto el cielo real durante días».

Cuando los científicos dividieron por primera vez la luz con el espectroscopio —transformando los colores en números— se alejaron un paso más de una visión subjetiva y cualitativa del cosmos para dirigirse hacia un objetivo matemático, desde un universo interno que *experimentamos* a uno externo que *calculamos*. Además, con el desarrollo de los detectores electrónicos, nuestro sentido de la visión —la manera en que vemos el cosmos— desapareció por completo de la imagen. En este sentido, la astronomía moderna es radicalmente diferente a cualquier tipo de investigación o comprensión cosmológica realizada con anterioridad. Ya no hace falta que volvamos la cara hacia el cielo. Nuestros instrumentos, no nuestros ojos, constituyen en la actualidad nuestra fuente primordial de conocimiento sobre el universo —qué es, cómo se hizo, cómo se relaciona con la vida y con nosotros.

Pero este cambio no ha quedado sin respuesta. A principios del siglo XX, mientras los científicos trabajaban para eliminar la experiencia personal de nuestras ideas sobre el cosmos, un grupo de artistas revolucionarios luchaban por mantenerlo en el centro del escenario.

IX

Arte

Los críticos dijeron que se burlaban del teatro. Algunos se quejaron de que el espectáculo era salvaje y sin sentido, además de aburrido; otros estaban tan confundidos que no fueron siquiera incapaces de comentar lo que había ocurrido. *Victoria sobre el sol* fue puesta en escena en el teatro Luna Park de San Petersburgo las noches del 3 y el 4 de diciembre de 1913. Las entradas costaban nueve rublos, pero debido a los rumores de que iba a suceder algo escandaloso se agotaron en un día. El público no quedó decepcionado. A las nueve de la noche el telón se abrió y liberó un remolino de trajes extravagantes, imágenes abstractas y lenguaje absurdo acompañado de las notas desentonadas de un viejo piano desafinado. Los tres jóvenes creadores del espectáculo —el compositor Mikhail Matyushin, el libretista Aleksei Kruchyonykh y el diseñador Kazimir Malevich— eran los pioneros de un movimiento artístico vanguardista ruso conocido como Cubofuturismo y *Victoria sobre el sol* fue la primera obra cubofuturista del mundo.

Los personajes, interpretados en su mayoría por estudiantes voluntarios que solo habían ensayado dos veces, incluían dos hombres fuertes del futuro, un viajero del tiempo, un malintencionado y un tradicionalista molesto llamado «Nerón y Calígula en la misma persona». Vestidos con trajes geométricos gigantes, hechos de cartón y alambre, e iluminados por la luz de unos reflectores itinerantes, estas figuras hablaban en un estilo que Kruchyonykh denominó *zaum*, lleno de asociaciones ilógicas y de pausas entre las sílabas para enfatizar el sonido y la fuerza

emocionales por encima del significado racional. Los decorados de Malevich también se alejaron por completo de cualquier sentido normal de la ilustración o la decoración. En lugar de ellos, el artista creó unos paneles geométricos negros y blancos (no tenía dinero para hacerlos de color) que jugaban con la perspectiva y creaban la ilusión de profundidad.

La trama era poco reconocible. Las reconstrucciones sugieren que en el primer acto destacaron los esfuerzos que hacían los hombres fuertes del Futurismo para capturar el sol y encerrarlo en una caja de hormigón. Había un montón de escenas espeluznantes y violentas: el malvado disparaba sin inmutarse al viajero del tiempo antes de agredirse a sí mismo; un cadáver se llevaba a rastras a sí mismo por el pelo. En la última escena aparecía un orador hablando por teléfono: «¿Qué dice? ¿Se han apoderado del sol? Gracias».

En el segundo acto se saltaba a un futuro remoto en el que el sol había desaparecido, una nueva realidad en la que los valores humanos convencionales habían sido destruidos. Era un lugar «muy ligero», sin recuerdos, sueños ni emociones, donde la humanidad hacía borrón y cuenta nueva: «Te conviertes en una especie de espejo limpio o en una reserva de peces donde, en una gruta clara, unos peces dorados mueven sus colas despreocupados, como turcos agradecidos». Un cráneo corría alrededor de ellos a cuatro patas. Un gordo desconcertado preguntaba: «¿Dónde está el atardecer?» e intentaba en vano ajustar su reloj, antes de que un avión se estrellara contra el escenario.

Nadie había visto nunca nada parecido, ni en la Rusia zarista, ni en cualquier otra parte del mundo. Pero detrás de toda esa locura había un método. Rompiendo de forma deliberada las normas sociales, el trío quería, sin duda, perturbar a los poderosos, pero su verdadero objetivo era más amplio: se trataba de una declaración de guerra a la razón, la columna vertebral del pensamiento ilustrado. Según dice la historiadora del arte Charlotte Douglas, que ha estudiado a fondo la ópera, con el aluvión de absurdo los artistas pretendían trascender el mundo racional y cotidiano, esperaban desconcertar a la fuerza a los

espectadores para que dejaran de lado la lógica y se sometieran a una conciencia intuitiva y emocional de los hechos. «Es un intento de conmocionar a todos, incluso a los propios futuristas, en aras de una nueva conciencia», dice Douglas.

A pesar del éxito de que gozaban la razón y la ciencia, Malevich y sus amigos rechazaban la suposición fundamental de que la realidad equivale al mundo físico que observamos, todos esos objetos y fuerzas gobernados por ecuaciones lógicas y leyes. «Hemos cogido el sol con sus raíces frescas», cantan los vencedores después de arrancar el globo ardiente del cielo. «Son gordas, huelen a aritmética». Eligen como objetivo el sol por ser «el creador y el símbolo de la visibilidad, de la ilusión de realidad», dice Douglas. «Es Apolo, el dios de la racionalidad y la claridad, la luz de la lógica». En otras palabras, la luz del sol nos engaña para que creamos que lo que vemos es real, así pues, hay que destruirlo para que la humanidad pueda avanzar.

En la actualidad, la primera producción de *Victoria sobre el sol* resulta infame, pero, aun así, las reconstrucciones de la ópera se siguen representando en todo el mundo (todavía divide al público: un crítico describió una versión de 1999, que se representó en el Centro Barbican de Londres, como «una ridícula pérdida de tiempo para todos»). Pero para su diseñador, Malevich, la antiópera solo fue un primer paso en una búsqueda de mayor alcance con la que pretendía explorar la naturaleza de la realidad. Fue un viaje que lo llevó a las profundidades del cosmos, llenas de vibraciones invisibles y extradimensiones, desde el amplio alcance de las estrellas al «espacio infinito del cráneo humano».

En este capítulo seguiremos las historias de Malevich y de algunos de los revolucionarios que transformaron el arte occidental a principios del siglo XX. Como si fueran científicos explorando la naturaleza de la materia que empezaran a cuestionar la realidad del cosmos sólido y predecible que se había ido construyendo desde el Renacimiento, los pintores y los poetas se rebelaron contra la ilusión de las apariencias visibles y el dominio del pensamiento lógico y racional. Comenzaron haciendo añicos las convenciones artísticas más antiguas, pero, en realidad, intentaban rehacer el

universo.

* * *

Las creencias sobre el cosmos siempre han influido en el arte. Basta ver cómo han cambiado las imágenes del cielo a lo largo de la historia. Las representaciones antiguas eran un hervidero de criaturas míticas y dioses, pero después del Renacimiento los pintores —al igual que los astrónomos— reemplazaron los seres celestes por puntos de luz. En cualquier caso, la relación entre cosmología y arte va mucho más allá de la simple forma en que pintamos las estrellas. Las ideas cambiantes sobre la naturaleza del universo —sobre el tipo de espacio que habitamos— modelan de manera inevitable la forma en que los artistas representan la realidad.

Como hemos visto, los animales que se persiguen en los techos de las cuevas del Paleolítico quizá representan un cosmos donde el hombre estaba unido a la naturaleza, la Tierra y el cielo. El arte de la Europa medieval también manifiesta una visión del mundo característica, que se muestra en los símbolos y en los temas cristianos, por supuesto, pero también mediante la forma básica con la que se construyen los objetos y las escenas. Al igual que en los mapas de ese período (los artistas no suelen distinguir entre los dos), en las obras no se intenta plasmar los objetos en tres dimensiones ni incorporar un punto de vista consistente. Los objetos suelen flotar, en lugar de estar fijos en un paisaje; los acontecimientos que suceden en diferentes momentos se representan juntos; se amplía el tamaño de las figuras importantes o las características más relevantes. Todo esto reflejaba una cultura que, como dice un crítico, «no equiparaba lo real con el mundo material». La «verdad» o la realidad que los artistas querían expresar estaba contenida en la experiencia o significado generales de una escena y no tanto en la manera en que esta aparecía.

Todo esto cambió cuando los artistas empezaron a construir sus composiciones de acuerdo con las reglas matemáticas. La gran ruptura se produjo alrededor del año 1413, cuando un arquitecto

llamado Filippo Brunelleschi, que trabajaba en Florencia, desarrolló la técnica de la «perspectiva lineal». Esta implicaba trazar los objetos siguiendo la línea del horizonte y un punto de fuga para crear una ilusión de profundidad e imitar la manera en que una escena aparecería ante nuestros ojos desde un punto de vista específico. Adaptado a un esquema viable para los pintores en 1435, la técnica se difundió por toda Europa y pronto se convirtió en la única manera aceptable de pintar. De las obras maestras del Renacimiento de Leonardo da Vinci y Rafael a los paisajes expresionistas de Turner, la perspectiva lineal dominó el arte occidental durante los siguientes quinientos años.

Curiosamente, la innovación se produjo en el preciso momento en que los cartógrafos adoptaron las líneas de longitud y latitud; la *Geografía* de Ptolomeo, en la que este dividió la Tierra y el cielo en unas redes de meridianos y paralelos, se había traducido al latín en esa misma ciudad hacía solo unos años, alrededor de 1406. Los historiadores discuten sobre la posibilidad de que exista una relación directa. Ptolomeo explicaba una proyección geométrica muy similar a la de Brunelleschi y, por otro lado, los artistas italianos ya estaban experimentando con la perspectiva en una sociedad cada vez más interesada por la medición, y dibujaban planos arquitectónicos cada vez más precisos. Sea como sea, la revolución en los mapas y en el arte fue el resultado del mismo cambio cosmológico, del paso del espacio discontinuo y maleable de la Edad Media a la cuadrícula uniforme y lógica del Renacimiento. Tanto para los astrónomos como para los cartógrafos y los pintores, las exploraciones de la realidad dependían ya de la medición y la plasmación del mundo externo y visible.

Este paradigma se mantuvo estable en el mundo del arte hasta el siglo XIX, cuando los realistas empezaron a retratar las imperfecciones de la gente y de las situaciones de la vida real en lugar de crear composiciones idealizadas, y los románticos trataron de reproducir las escenas tal y como las sentían en vez de presentarlas desde un punto de vista objetivo. Las causas eran complejas: en una sociedad cada vez más secular, industrial y

urbana, los artistas se iban alejando de los temas bíblicos o clásicos y se interesaban por la vida moderna que veían a su alrededor. Los historiadores citan también la invención de la fotografía, que de repente permitió la creación de imágenes precisas por encargo, de manera que los artistas se vieron obligados a buscar algo diferente. En cualquier caso, los dos grupos se fueron apartando de la construcción de la perfección matemática para poner en evidencia el desorden subyacente en el acto humano de la vista.

Los siguieron los impresionistas, quienes, en los años sesenta de ese mismo siglo habían declarado la guerra a la centenaria ilusión del lienzo como una ventana honesta abierta al mundo exterior. Los pintores como Monet capturaron, en cambio, unas impresiones fugaces y subjetivas y dejaron que fueran sus pinceladas las que las mostraran. Después de ellos llegaron los postimpresionistas —los retorcidos modelos de Vincent van Gogh, los atrevidos contornos de Paul Gauguin, los puntos de Georges Seurat—, que rechazaron también el realismo pero de forma aún más vehemente, con formas distorsionadas, colores vivos y gruesas manchas de pintura.

A finales del siglo XIX, el pintor francés Paul Cézanne comenzó a romper las reglas de la perspectiva lineal, fusionando el primer plano y el fondo e incorporando varios puntos de perspectiva simultáneos; en 1907, Pablo Picasso, que ya trabajaba en París, pintó una tela de algo menos de un metro cuadrado llamada *Las señoritas de Aviñón.* En ella aparecen cinco mujeres desnudas, entrelazadas con unas cortinas de color azul y blanco. Dos de ellas miran al espectador con unos enormes ojos negros; la otras tres tienen la cara tapada por unas máscaras de estilo africano.

Fue impactante, incluso para sus amigos más cercanos. En parte por el contenido desvergonzado y el absoluto rechazo de los ideales occidentales de belleza. Pero, sobre todo, porque la obra abandonaba cualquier ilusión de realidad tridimensional. En lugar de presentar curvas realistas y en progresiva disminución, las mujeres se componen a base de ángulos duros y superficies planas y puntiagudas. Así, Picasso y otros artistas de ideas afines fueron más lejos —mezclando puntos de vista y cortando las superficies en

facetas discontinuas y geométricas—: el enfoque que ahora conocemos como cubismo. Este iba más allá del mero hallazgo de nuevos arreglos pictóricos en un lienzo, sus obras suponían una nueva concepción de la naturaleza del espacio.

El nacimiento del cubismo se describe a menudo como una progresión natural de ideas artísticas, dado que Picasso lo habría elaborado basándose en las técnicas de Cézanne y en las formas simplificadas y geométricas del arte tradicional africano e ibérico que los artistas occidentales acababan de descubrir. Las dos influencias fueron, sin duda, cruciales, pero a ellas hay que añadir otro factor: la oleada de avances científicos y tecnológicos que se produjeron a partir de la 1890 y que alteraron la comprensión popular de la realidad. Una vez más, el cosmos se estaba convirtiendo en un lugar muy diferente y los artistas como Picasso no pudieron evitar la tentación de responder a esa transformación.

Hacía unas décadas, el físico escocés James Clerk Maxwell había demostrado que los campos eléctricos y magnéticos viajaban a través del espacio como ondas de radiación electromagnética y había llegado a la conclusión de que la luz era la onda en cuestión. Pero más tarde se habían descubierto otros tipos de radiaciones electromagnéticas con unos poderes que parecían casi mágicos. En 1894 los ingenieros empezaron a utilizar las ondas de radio recién halladas para transmitir mensajes que no se veían en el aire. En 1895 los físicos descubrieron los rayos X, unos haces que podían atravesar la materia sólida y mostrar elementos enterrados, como los huesos dentro de la carne. Además, en 1897 se descubrió que los átomos, considerados durante miles de años como los componentes fundamentales e indivisibles de la materia, estaban integrados por elementos aún más pequeños, llamados electrones. Este hallazgo fue inmediatamente seguido, en 1898, por el descubrimiento de la radiactividad, que consiste en la producción de ciertas emisiones invisibles por parte de algunos elementos que liberan energía y alteran su composición química en el proceso.

Por otra parte, dos ideas científicas que hoy en día han caído casi por completo en el olvido cautivaron la imaginación popular a la vez que emergía de forma explosiva el arte moderno. Una de

ellas fue la existencia de cierto «éter» cósmico, un fluido delicado —como la gelatina o los remolinos de vapor— que, según los científicos, debía de llenar la totalidad el universo, desde las bolsas subatómicas a las inmensas profundidades del espacio. En los años ochenta del siglo XIX un experimento importante fracasó al intentar detectar alguna señal de éter alrededor de la Tierra, pero los científicos no tenían otra manera de explicar de qué forma se transmitían las ondas electromagnéticas a través del vacío del espacio, y la idea siguió siendo popular hasta después de la Primera Guerra Mundial. El éter «es tan esencial para nosotros como el aire que respiramos», insistió el físico J. J. Thomson (descubridor del electrón) en 1909; otros incluso afirmaron que era la última fuente de materia y que los átomos eran simples remolinos en el mar de éter.

La otra idea que entusiasmó al público fue la posibilidad de que hubiera dimensiones extra ocultas en el espacio. Desde que los antiguos griegos habían establecido las reglas de la geometría, nadie había cuestionado seriamente la idea derivada del sentido común de que el espacio era tridimensional. Pero en el siglo XIX, los matemáticos demostraron que era perfectamente posible construir otros tipos de geometría con unas reglas diferentes. El matemático francés Henri Poincaré popularizó la idea a partir de 1880, argumentando que la aparente naturaleza tridimensional de la realidad podría no existir en el universo, sino en la manera en que lo percibimos. Tal y como dijo Platón hacía miles de años, tal vez el universo que vemos solo sea una sombra limitada de lo que existe en realidad.

En opinión de la historiadora del arte Linda Dalrymple Henderson, que estudia las relaciones entre el arte moderno y la ciencia, todo eso suponía un verdadero ataque a las ideas convencionales sobre la naturaleza de la realidad. La materia ya no era estable ni constante. El espacio ya no estaba vacío, sino lleno de rayos y ondas ocultas. Los nuevos descubrimientos rompieron los antiguos límites entre lo visible y lo invisible, la materia y la energía, lo sólido y lo intangible. Y, algo crucial para los artistas, cuestionaron la fiabilidad y la veracidad de lo que percibimos con

nuestros sentidos, en especial con la vista. «La existencia de unos reinos invisibles fuera del alcance del ojo humano ya no era una cuestión de especulación mística o filosófica», dice Henderson. La ciencia la había demostrado.

A principios del siglo XX, matemáticos como Poincaré sugirieron la posibilidad de imaginar la cuarta dimensión visualizando diferentes perspectivas de un objeto al mismo tiempo. Picasso y sus compañeros cubistas abrazaron el concepto y el poeta Guillaume Apollinaire, amigo de Picasso, más tarde lo describió como parte del «lenguaje de los estudios modernos». Otros artistas, como Umberto Boccioni, se inspiraron en el éter. Boccioni, uno de los pioneros del futurismo italiano, un movimiento artístico que surgió a partir del cubismo y que celebró la energía, la violencia y el poder de las máquinas modernas, estaba fascinado por las revelaciones científicas sobre la naturaleza de la materia, a tal punto que en 1911 escribió: «Los cuerpos sólidos solo son atmósfera condensada». Una de sus pinturas más famosas es una inquietante imagen de su madre realizada en 1912, *Materia*, en la que la forma de la mujer se disuelve en un aura de colores y formas. El grado en que fusiona el objeto con el entorno no tiene precedentes, dice Henderson, y fue un intento de mostrar la materia que emerge y se disuelve en el éter.

Aunque sus enfoques eran diferentes, tanto Picasso como Boccioni estaban abrazando un nuevo paradigma de la realidad en el que la materia y el espacio son intercambiables y los objetos sólidos y tridimensionales que vemos y tocamos no son lo que parecen. Esta ruptura de las reglas ayudó a Malevich y a sus amigos a crear la ópera destructora del pasado, *Victoria sobre el sol*. Pero antes de que lo hicieran, otro artista ruso se sintió fascinado por la idea de un cosmos lleno de vibraciones y ondas. Al explorar sus posibilidades dejó muy rezagados los avances del cubismo y el futurismo.

* * *

Wassily Kandinsky era el tipo de persona que de forma natural

tendía a mirar más allá de las apariencias visibles. «Todo me mostraba su cara, su alma secreta», escribió en una ocasión. «No solo las estrellas, la luna, los bosques y las flores que cantan los poetas, también una colilla de cigarro en el cenicero, un paciente botón blanco de un pantalón mirándote desde un charco en la acera, un dócil pedazo de corteza transportado por las fuertes mandíbulas de una hormiga a través de la hierba alta». Nacido en 1866, Kandinsky creció en Odessa, la actual Ucrania, en el seno de una familia refinada (su padre era un comerciante de té de Siberia y, por lo visto, una de sus bisabuelas había sido una princesa mongol). Siempre le sedujeron los colores; cuando era joven, imaginó que tenían vida propia. En 1889 viajó en calidad de etnógrafo a la remota región boscosa del norte de Vólogda —donde los chamanes seguían viajando y los árboles tenían alma— y quedó cautivado por el arte popular que encontró en ella. Los campesinos, vestidos con sus los trajes tradicionales, eran «como imágenes vivas de alegres colores con dos piernas», escribió en su diario; además, las casas de madera tallada estaban tan ricamente decoradas que entrar en ellas era como adentrarse en un cuadro.

Se licenció en Derecho y Economía en la Universidad de Moscú y en 1896 le ofrecieron una cátedra, así que todo apuntaba a que iba a tener una brillante carrera docente. Pero, pese a todo, se sintió atraído por otro mundo. Ese año asistió a una exposición de arte en Moscú y vio por primera vez varias pinturas de Monet, incluida una de la serie titulada *Almiares*. «Según el catálogo, era un almiar, pero no pude reconocerlo», recordaría Kandinsky más tarde. Al principio le dolió que Monet no hubiera sido más claro, pero luego «sentí con sorpresa y confusión que la imagen no solo se apoderaba de mí, sino que además se grababa en mi memoria de una manera imposible de erradicar». Rechazó su futuro académico y tomó un tren para Múnich con la intención de estudiar arte en esa ciudad.

Kandinsky era un hombre alto, que vestía con elegancia, usaba quevedos y se movía con la cabeza bien alta, a tal punto que un historiador dijo de él que parecía «mirar el universo desde lo alto». Realizó rápidos progresos en diferentes estilos artísticos,

desde el Realismo y el Impresionismo a las expresiones más audaces del Expresionismo y el Fauvismo. Pero, a pesar de que pintaba imágenes más planas y figuras apenas reconocibles, no acababa de estar satisfecho. No lograban captar lo que sentía cuando asistió a una representación de la ópera *Lohengrin* de Richard Wagner y vio los colores bailando ante sus ojos; o cuando, en un atardecer en Moscú, el sol se puso y derritió la ciudad reduciéndola a un solo punto que, «como una tuba salvaje, arranca vibraciones al corazón y el alma». Más tarde recordó que una noche, en el año 1905 aproximadamente, al entrar en su estudio al anochecer, encontró por fin lo que iba buscando. Apoyada en la pared había una pintura incomprensible, pero «de una belleza indescriptible», iluminada por un brillo interior. Cayó en la cuenta de que era una de sus obras puesta de lado. «Comprendí claramente que los objetos perjudicaban mis cuadros».

En 1909, Kandinsky se estableció en Murnau, al sur de Baviera, y emprendió la evolución que lo convertiría en una de las grandes figuras del arte moderno. Los cubistas y expresionistas se alejaban cada vez más de la idea del arte como una ventana abierta al mundo exterior. Pero como el historiador del arte americano Donald Kuspit dice, si ellos rompieron la ventana, Kandinsky la hizo añicos. De hecho, fue uno de los primeros artistas occidentales modernos que cortaron por completo los lazos con el mundo visible.

Durante los años siguientes se embarcó en una serie de trabajos, a menudo con títulos musicales, como *Improvisaciones* o *Composiciones*. Algunos todavía contienen referencias veladas a objetos terrestres, pero otros vuelan libres, desplegándose en explosiones desenfrenadas de colores y formas que se arremolinan y bailan por todo el cuadro. Durante décadas, los historiadores pensaron que el primer trabajo no figurativo de Kandinsky (y, por tanto, posiblemente el primero en el arte moderno occidental) era una obra sin título que fechó en 1910 y que en la actualidad se conoce comúnmente como *Primera acuarela abstracta*. Los eruditos piensan ahora que fue realizada tres años después; sea como sea, especialistas como Kuspit ven en esta imagen una culminación de

las ideas del artista en ese período.

Es fascinante. Formas que van de las líneas agudas y oscuras a unas manchas acuosas, colores del violeta intenso al verde efímero, todo arrojado al lienzo sin orden ni rima aparentes. El ojo no sabe dónde buscar. El cerebro no sabe qué pensar. No hay lugar, ni tiempo, ni orientación, ni escala, ni causa, ni efecto. Estamos entrenados para categorizar todo lo que vemos en clases y compartimentos; sin embargo, al igual que *Victoria sobre el sol*, la primera acuarela abstracta desafía cualquier interpretación lógica. Kuspit la describe como «un salto artístico a lo desconocido». Estrictamente hablando, no es abstracta, porque no deriva de ninguna figura u objeto terrestre. Kandinsky muestra en ella algo completamente nuevo.

No estaba solo en su viaje. Otros como el pintor checo Frantisek Kupka y el artista holandés Piet Mondrian también estaban empezando a crear arte no figurativo; al igual que los cubistas, la visión variable del universo de los científicos también influyó en ellos. A Kandinsky le sorprendió en especial el descubrimiento de que los átomos —los componentes de la materia — no eran inmutables ni indivisibles, como se había pensado durante mucho tiempo. «El colapso del átomo se equiparó en mi alma con el colapso del mundo entero», escribió en 1913. «Todo se volvió incierto, precario e insustancial. No me habría sorprendido si una piedra se hubiera disuelto en el aire ante mis ojos».

También le fascinaban las implicaciones del éter. Boccioni había tratado de capturarlo como una sustancia física. Pero lo que entusiasmaba a Kandinsky era el potencial que tenía para, en palabras de Henderson, «un nuevo tipo de comunicación artística». La reciente invención de la telegrafía inalámbrica había hecho posible enviar mensajes invisibles que volaban por el aire. Varios científicos respetados, como los físicos británicos William Crookes y Oliver Lodge, y el astrónomo francés Camille Flammarion, predijeron que las vibraciones en el éter podían permitir en última instancia la transmisión del pensamiento.

Como era de esperar, tales ideas inspiraron a los artistas y escritores. En 1905, el filósofo y poeta inglés Edward Carpenter

definió a la naturaleza como «una innumerable red y un canal de inteligencia y emoción»; en 1912, el escritor Ezra Pound describió a los poetas como seres que «buscan nuevas emociones, nuevas vibraciones» y les pidió que escribieran en nuevas longitudes de onda. Muchos artistas conocieron las posibilidades telepáticas del éter gracias a la Sociedad Teosófica, que había sido cofundada en Nueva York en 1875 por la emigrante rusa Helena Blavatsky, y que por aquel entonces gozaba de una inmensa popularidad. Blavatsky se basó en antiguas filosofías y religiones orientales para sostener que el universo emana de un creador divino e interpretó el éter como una especie de «alma del mundo». A principios del siglo XX, los teósofos Annie Besant y Charles Leadbeater, al igual que Rudolf Steiner en Alemania, enseñaron que todos estamos rodeados de auras vibratorias y etéreas que representan nuestros pensamientos y estados emocionales.

Kandinsky entró a formar parte de la Sociedad Teosófica en 1909 (Kupka y Mondrian también eran miembros). Asistió a las conferencias de Steiner en Alemania y poseía libros teosóficos como el de Besant y Leadbeater, *Formas del pensamiento*, que incluye ilustraciones donde se puede ver la supuesta apariencia de estados mentales —nubes de colores, conos, tentáculos y estallidos estelares— relacionados con situaciones como «En un accidente en la calle» o «Cuando veo a un amigo». Kandinsky usó formas similares en algunas de sus obras, pero no se limitó a pintar imágenes de pensamientos.

El artista ruso creía que todo en el universo tiene un alma propia o una fuerza vital, que él denominó «sonido interior», ya sea «una tormenta eléctrica, J. S. Bach, el miedo o un evento cósmico». Quería que su arte comunicara de forma directa ese sonido interior, con el propósito, no de imitar su apariencia, sino de lograr que el alma del espectador sonara como una cuerda vibrante induciendo un tono empático en otra, o un mástil de radio emitiendo mensajes a un transmisor a través del mar. Por fin, encontró su propio lenguaje diseccionando las consecuencias emocionales de los colores y las formas —lo que le llevó a la conclusión, entre otras, de que el amarillo es agresivo y el azul

tranquilo—, y estaba convencido de que estaba descubriendo «leyes cósmicas».

Del libro que Kandinsky publicó en 1912, *De lo espiritual en el arte*, se desprende con toda claridad que el pintor consideró este esfuerzo como una misión para salvar la humanidad. Advirtió contra la «pesadilla de las ideas materialistas […] que han convertido el universo en una broma pérfida y absurda». La ciencia había iniciado su andadura como una simple forma de explorar el mundo físico objetivo, pero con el declive de la religión y el auge del positivismo, su poder se había extendido a toda la existencia. La realidad externa se había redefinido como la única realidad. El conocimiento objetivo de la ciencia se había transformado en el único conocimiento existente. En este sentido, citó al famoso patólogo alemán, Rudolf Virchow, quien bromeaba diciendo que, a pesar de que había diseccionado miles de cadáveres, nunca había visto un alma. «En esta era de la deificación de la materia —protestó Kandinsky—, solo se reconoce lo físico, lo que se puede ver con el "ojo" físico. El alma ha sido abolida como algo natural». Pero el espíritu, insistió, «solo se puede reconocer a través del sentimiento». Como muchos de sus colegas artistas, Kandinsky no podía aceptar el universo árido y matemático que quedaba después de que el alma hubiera sido desterrada. «El mundo suena —escribió—. Es un cosmos de seres espiritualmente afectivos. Por tanto, la materia muerta es espíritu vivo». Al eliminar los objetos de su arte, estaba tratando de probar que en el universo había algo más que el mundo físico y medible. Básicamente, quería transformar las ideas sobre la realidad, sobre lo que significa estar vivo, para mostrar que la verdadera naturaleza de la existencia no está en el mundo exterior, sino en la *experiencia* que se tiene de ella. «Kandinsky dejó claro que el arte no sustituye a la realidad, sino que es una realidad por derecho propio», dice Kuspit.

El nacimiento de la abstracción fue un momento crucial para el arte occidental. En Rusia, sin embargo, el cubofuturista Malevich se estaba alejando de *Victoria sobre el sol*. Al cabo de unos años, empezó a buscar a su vez la manera de pintar la verdadera naturaleza del cosmos y las respuestas que se le ocurrieron

lograron que el trabajo de Kandinsky pareciera casi insípido.

* * *

A diferencia de Kandinsky, Kazimir Malevich había crecido lejos de los centros culturales y no había gozado del lujo que supone una buena educación. A decir verdad, tenía suerte de haber sobrevivido, ya que cinco de sus hermanos habían muerto durante la infancia. Nació en 1878 en el seno de una familia que hablaba polaco, en Ucrania, donde su padre trabajaba en las fábricas de remolacha, lo que obligaba a la familia a viajar constantemente de un pueblo a otro. Cuando era joven, Malevich se instaló en Moscú para asistir a la escuela de arte, aunque no entró en el primer intento. En 1905, mientras Kandinsky contemplaba la belleza de su lienzo puesto de lado, Malevich se unía a los manifestantes de un violento levantamiento que se extendió por toda Rusia y que fue el inicio de una cadena de acontecimientos que, al cabo de solo doce años, acabó con el derrocamiento del zar.

En 1907, Malevich era un miembro importante de la escena artística rusa de vanguardia. Recibió la influencia del cubismo y el futurismo, pero pensaba que los artistas pertenecientes a esos movimientos no habían ido todo lo lejos que habría sido necesario para aplastar las convenciones del pasado. En 1913, *Victoria sobre el sol* fue su primera gran declaración; después, en febrero de 1914, participó en un debate en el Museo Politécnico de Moscú. Malevich y su amigo, el pintor Aleksei Morgunov, llevaban cucharas de madera prendidas en las solapas y en su discurso, Malevich «rechazó la razón» públicamente, mientras Morgunov insultaba a otro orador: «Ese idiota me ha aburrido». El presidente se apresuró a poner punto final al evento para evitar una pelea.

Más tarde, Malevich explicó que su propósito no era destruir exclusivamente las tradiciones artísticas, sino todo el edificio del pensamiento moderno: la razón, que se centraba en la lógica de causalidad y que, en su opinión, más que la verdad, era expresión de la estrechez de miras y de las convenciones culturales. Después de todo, las leyes que había generado la razón a lo largo de la

historia no habían perdurado y no dejaban de ser reemplazadas. Respetar las reglas suponía rechazar posibles ideas e impedir que las personas comprendieran el mundo de verdad. «La razón ha encerrado el arte en una caja de cuatro paredes», escribió. «Corre antes de que sea demasiado tarde».

Pero, ¿cómo se podía atacar a la razón? La única posibilidad era hacerlo de forma absurda e ilógica, rompiendo las convenciones, atacando los tabúes. Después de la declaración de la cuchara de madera, Malevich desarrolló un estilo de arte que denominó «alogismo». Creó poemas sin sentido, así como pinturas basadas en lo que la historiadora del arte rusa Aleksandra Shatskikh ha descrito como citas incompatibles: imágenes y objetos yuxtapuestos de manera que carecen de sentido. Esta fase de su trabajo culminó con *Vaca y violín*, que pintó en una estantería rota a principios de 1915 y que, como dice Shatskikh, generaba en cualquier espectador de esa época la impresión «de que su razón era incapaz de comprender».

Pero algo extraño les sucedió a sus pinturas. Como dijo Malevich en una carta escrita en marzo de 1914: «Los planos se revelan a sí mismos». Sus imágenes se basaban en disposiciones irracionales de objetos familiares (o muestras o símbolos de esos objetos), pero las formas planas y los planos de color empezaron a inmiscuirse unos en otros. «De las profundidades emergieron unas figuras geométricas maravillosas», afirma Shatskikh, y empezó a dominar las referencias confusas al mundo visible. En un collage que Malevich hizo ese mismo año aparecen rectángulos y triángulos de color blanco, negro, azul y rosa, cubriendo parcialmente una imagen desfigurada de la *Mona Lisa*. El artista describió esta obra como un «eclipse parcial». En la primavera de 1915, el eclipse se convirtió en total[1]. Malevich estaba trabajando en un lienzo multicolor y geométrico, cuando, de repente, se detuvo y se puso a pintar sobre la obra. Shatskikh, que ha estudiado la carrera de Malevich, considera que tuvo un repentino momento de inspiración o «iluminación extática». Malevich recordó que, mientras trabajaba, unos «rayos de fuego ardiente» cruzaban el lienzo. Es más, en la pintura se pueden ver sus huellas

dactilares; trabajaba tan deprisa para cubrir las formas, dice Shatskikh, que «superó al pincel». Al final, vacilante contra un fondo blanco no había… nada. La imagen había sido reemplazada por un misterioso, infinito, cuadrado vacío de color negro.

Uno de los alumnos de Malevich recordaba que el artista se sintió tan abrumado por el significado del *Cuadrado negro* que «no pudo comer ni beber, ni dormir durante una semana». Además de las apariencias visibles, se había alejado de todo. Lo llamó «el cero de la forma»; en la experimentación y creación que se estaba llevando a cabo en el arte moderno de la época nadie había producido nunca nada parecido. Un crítico reciente lo definió como «un acto extremo de arte y filosofía». Malevich dijo: «Sentí la noche en mí y vi en ella algo nuevo».

La obra se exhibió por primera vez en diciembre de 1915 en Petrogrado[2], en una exposición titulada «La última exposición futurista de pinturas 0.10», que ahora está considerada como uno de los acontecimientos artísticos más importantes del siglo XX. El *Cuadrado negro* estaba colgado en lo alto de una esquina, donde se colocaban los iconos religiosos en los hogares cristianos ortodoxos. El hecho provocó la reseña sarcástica de un crítico irritado: «Sin duda, es el mismo "icono" con el que los señores futuristas pretenden reemplazar a las Vírgenes y a las Venus desvergonzadas». El crítico solo vio «nada y destrucción» en el *Cuadrado negro*. Pero el cuadro se convirtió en un auténtico icono, en una de las imágenes más poderosas de todo el arte moderno.

El alogismo consistía en atacar lo que había sucedido en el pasado. Malevich estaba preparado para construir algo nuevo y lo llamó «suprematismo». Pintó formas vívidas de colores sobre fondos blancos: una significativa cruz negra; un alegre trapecio amarillo; un desenfadado cuadrado rojo sobresaliendo del blanco. También hizo otras composiciones más complejas de barras y rectángulos de colores que parecían desafiar a la gravedad, como si estuvieran volando en el espacio. Por fin estaba rechazando las apariencias terrestres para crear un nuevo tipo de realidad: el futuro trascendente que prometía *Victoria sobre el sol*. Describió sus fondos vacíos como el «abismo blanco»; no se trataba de un lienzo

en blanco, sino de manchas de pintura de ese color que creaban una sensación de profundidad insondable y contradictoria. En lugar del espacio lógico y tridimensional derivado de la perspectiva lineal, el compañero suprematista de Malevich, El Lissitzky, dijo que era «la máxima ilusión del espacio irracional»; plano e infinito al mismo tiempo. Entretanto, las formas de Malevich se desencadenaban con tensión y energía, como si estuvieran equilibradas en una suerte de contrapeso cósmico. Malevich preguntaba si «en el mundo, en el espacio, existían tales cuerpos […]. Creo que existen, pero que los desconocemos». En abril de 1916, escribió sobre el proceso de creación de una pintura llamada *Supremus No. 51* (que se extravió): «Estoy abrumado, siento el toque del cosmos». Al igual que Kandinsky, comprendió que estaba descubriendo las formas y las leyes universales y preexistentes.

Shatskikh lo llama intuición, un «salto» en solitario, pero Henderson argumenta que, al igual que sus compañeros, Malevich respondía de esa forma a las nuevas ideas sobre la naturaleza del universo, y en particular a la posibilidad de que existiera una cuarta dimensión del espacio. Los cubistas lo visualizaron combinando diferentes puntos de vista, pero otro método consistía en seccionar o cortar. En un popular libro publicado en 1913 y titulado *A Primer of Higher Space*, el arquitecto americano Claude Bragdon publicó unos diagramas que mostraban la manera en que unos cubos tridimensionales que atravesaban una superficie plana aparecían en varios ángulos como formas bidimensionales diferentes. De igual forma, dijo, los objetos tridimensionales pueden imaginarse como secciones o cortes a través de formas cuatridimensionales.

La cuestión superaba la simple geometría. En ese momento, muchos escritores como Bragdon atribuyeron a la cuarta dimensión un aspecto filosófico o espiritual y afirmaron que la única manera de percibir la verdadera naturaleza de la realidad era aprendiendo a visualizar el espacio cuatridimensional. Bragdon publicó una parábola sobre una raza de hombres que solo se percibían a sí mismos como secciones bidimensionales, sin saber que en realidad eran cubos y, por tanto, superiores. «Se abre un nuevo horizonte»,

escribió otro autor, Charles Hinton, que tuvo un enorme éxito. «El espacio no está limitado, como pensamos en un principio».

Henderson sugiere que los polígonos suprematistas de Malevich se inspiraron, al menos en parte, en escritores como Hinton y Bragdon, y en el matemático y místico ruso Peter Ouspensky, que animaba a los artistas a comunicar dimensiones superiores a las masas: «El artista debe poseer el poder de enseñar más a los demás, lo que él ve y ellos no». Eso explicaría algunos de los nombres que Malevich dio a sus pinturas, como el indómito cuadrado rojo, titulado *Realismo pictórico de una mujer campesina en dos dimensiones*, o *Realismo pictórico de un jugador de fútbol*: *Masas de color en la cuarta dimensión*, donde aparecen múltiples formas superpuestas.

Al igual que Thomas Paine se apresuró a terminar *La edad de la razón* mientras aguardaba a que lo detuvieran en París, Malevich trabajó rápido, desesperado por comunicar su visión de una realidad superior antes de que fuera demasiado tarde. Rusia había entrado en la Primera Guerra Mundial en agosto de 1914 con unas consecuencias desastrosas: más de un millón de soldados rusos murieron en el frente oriental. A punto de cumplir cuarenta años, Malevich sabía que podían reclutarlo en cualquier momento: «No quiero que todo se pierda al instante cuando ponga estos huesos abajo», escribió. Por fin, lo llamaron a filas en julio de 1916, lo separaron de sus lienzos y lo destinaron a Krivichi y Smolensk. Luego se produjo la revolución popular que tanto había esperado. Nicolás II se vio obligado a abdicar en febrero de 1917 y en octubre el partido bolchevique de Vladimir Lenin subió al poder. Rusia salió entonces de la Primera Guerra Mundial, pero se sumió en una guerra civil que se llevó muchos millones de vidas. Malevich se unió con entusiasmo al nuevo régimen y en esa época sus pinturas cambiaron. A finales de 1917, mostró unas telas con planos de color que, vívidos y nítidos en un lado, se desvanecían en la nada en el otro. Malevich dijo que se disolvían en el espacio debido a su formidable velocidad. Entonces empezó a pintar formas blancas casi imperceptibles que se fundían con el abismo blanco infinito. «El cosmos es desintegración», dijo. Estaba

abandonando incluso la nueva realidad que había detrás.

A mediados de 1918, pintó su segundo cuadro más famoso, *Blanco sobre blanco*: el irracional espacio blanco del lienzo solo aparece roto por un único cuadrado blanco que se eleva. Después de eso, quizá el último paso fuera inevitable. Su primera exposición en solitario se inauguró en Moscú en marzo 1920. Terminaba con *Blanco sobre blanco* y luego con una sensacional sala de lienzos blancos lisos. Malevich había eliminado por fin todo rastro de contenido y distinción. En el arte moderno y contemporáneo ha habido muchos espacios en blanco o lienzos monocromáticos (por ejemplo, una pintura de Robert Ryman que se vendió por veinte millones de dólares en 2015), pero Malevich fue el primero.

Los críticos de la época se quedaron sin palabras, a tal punto que ni siquiera mencionaron la última sala en sus reseñas. Incluso sus amigos pensaron que se trataba de una broma. Pero Malevich no se arrepintió. En una exposición posterior acompañó un lienzo blanco similar con una ecuación: «Cero = Todo». Después, declaró el fin de la pintura. Shatskikh dice que con ello trataba de comunicar el estado mental de trascendencia: el sentimiento extático que habían defendido los místicos a lo largo de la historia, que consistía en fundirse con el universo cuando todas las divisiones y diferencias se disuelven.

En noviembre de 1917, escribió: «En verano, sentado en mi habitación, delante de mi caballete, con bayonetas colgando en mi cerebro de colores, pensé en la grandeza que tengo en el espacio, ya que, después de todo, estoy solo en él. Me vi a mí mismo en el espacio; escondido en los puntos de colores y en las rayas, estoy allí, entre ellos, moviéndome hacia el abismo […]. Y me declaré presidente del espacio». En otra ocasión, equiparó el universo, «donde los meteoros, los soles, los cometas y los planetas correr sin cesar», con el cráneo humano. Podría decirse que estaba viajando mentalmente a través del cosmos y tratando de expresar en su arte los espacios infinitos, inconmensurables e irracionales que encontraba. «Si todos los artistas pudieran ver la encrucijada de estos caminos celestes, si pudieran comprender estas pistas

monstruosas y que, además, nuestros cuerpos están entretejidos con las nubes en el cielo, no pintarían crisantemos», escribió.

De esta forma, eliminó la división, que con tanto cuidado se había trazado a lo largo de los siglos, entre lo objetivo y lo subjetivo, entre el universo externo y nuestras mentes internas. En cierto sentido, fue un retorno a la espiritualidad mística del chamán. «Soy el principio de todo», dijo, «porque en mi conciencia se crean mundos». Kandinsky vio la vida, o el espíritu, en todo lo que le rodeaba. Para Malevich, la verdadera esencia de la realidad no está fuera de nosotros, sino en nuestro interior.

* * *

Tras llegar a la cima del suprematismo, Malevich no siguió atacando a la razón con cucharas de madera. Pero otros artistas construyeron después de él sus carreras enfrentándose a las normas y a las reglas de la humanidad. Uno de ellos fue Marcel Duchamp, quien hizo continua referencia a la visión científica del cosmos y dijo que pretendía «forzar las leyes de la física». En 1914 cortó unos listones de madera en correspondencia con unas cuerdas de tres metros de longitud que dejó caer, creando de esta forma «una nueva norma de medida basada en el azar». En 1921 se afeitó el pelo en forma de cometa y trazó su órbita errática en las calles de París.

El trabajo de Duchamp fue fuente de inspiración para el surrealismo, uno de los veinte movimientos artísticos principales del siglo, que abrazaron lo irracional y lo absurdo. El positivismo estaba sofocando el avance intelectual y moral, lamentó el poeta André Breton, uno de los fundadores del surrealismo, en 1924: «La experiencia va de un lado a otro en el interior de una jaula de la que cada vez resulta más difícil sacarla». Los surrealistas se propusieron usar la mente inconsciente y el azar para liberar la imaginación y escapar de esa forma a las restricciones y convenciones del pensamiento racional.

Aun así, tuvieron que responder a los últimos avances en la ciencia. En la primera expresión literaria del surrealismo, Bretón

escribió con Philippe Supault un libro extraordinario titulado *Los campos magnéticos*. Su objetivo era captar la voz soñadora y sin filtros de la mente inconsciente y en él abundaban los escenarios extraños y las imágenes chocantes. En un pasaje, «el conjunto inteligente» viaja para encontrar «soles enterrados» en un lugar distante donde «en unas playas de guijarros manchadas de sangre se puede escuchar el tierno murmullo de las estrellas». La sección se titula «Eclipses» y fue escrita coincidiendo con el viaje de los astrónomos británicos a Sobral, en Brasil, y a la isla de Príncipe, en África Occidental, para observar un eclipse de sol, que debía tener lugar el 29 de mayo de 1919. Su misión era medir la desviación de la luz de las estrellas durante el fenómeno, un problema que el científico principal Arthur Eddington describió como «pesar la luz». No es de extrañar que el surrealista Bretón se sintiera fascinado. Había llegado el momento de que los científicos dejaran atrás las comodidades del sentido común y viajaran a un territorio más singular que sus sueños más extremos.

La física clásica describe un universo donde los objetos existen y los hechos se producen en el interior de una red fija y absoluta de tiempo y espacio. Este enfoque tuvo mucho éxito para describir los acontecimientos cotidianos de la Tierra; a finales del siglo XIX algunos físicos pensaron que ya no quedaba mucho por descubrir. Pero entonces Albert Einstein, que en ese momento trabajaba en la oficina de patentes suiza de Berna, se preguntó qué sucedería si uno pudiera viajar a la velocidad de la luz en ese universo y concluyó que el observador tendría la impresión de que los rayos de luz que viajaran en la misma dirección se detendrían. Pero, de acuerdo con las sólidas ecuaciones de Maxwell que describían el electromagnetismo, eso era imposible; la luz viaja siempre a la misma velocidad.

Así pues, Einstein supuso que la velocidad de la luz debía permanecer igual para todos, con independencia de la velocidad a la que se movía el observador, y llegó a una conclusión alucinante: que el espacio y el tiempo cambiaban en función del punto de vista. En 1905 publicó su teoría de la «relatividad especial». Para los objetos que se mueven en fracciones significativas de la

velocidad de la luz, sus matemáticas describen un terreno extraño donde el tiempo fluye a diferentes velocidades para distintos observadores y el espacio puede expandirse y contraerse. Las ecuaciones implican que el espacio y el tiempo no están separados, sino entrelazados —el tiempo, no el espacio, es la cuarta dimensión —, mientras que la masa y la energía son intercambiables, como describe la famosa ecuación de Einstein: $E = mc^2$.

Más tarde, amplió sus ideas para incorporar la gravedad y concluyó que esta equivale a la fuerza de aceleración y que los cuerpos masivos como el Sol atraen los objetos porque deforman el tejido del espacio-tiempo. Einstein presentó su teoría radical de la «relatividad general» en noviembre de 1915, pero al principio esta solo se difundió por un estrecho círculo de especialistas. La gran prueba vino de la mano de los cazadores de eclipses.

Einstein predijo que, debido a que el Sol curva el espacio que lo circunda, cualquier luz que pase por él debe curvarse en lugar de avanzar en línea recta. De ser así, debería dar la impresión de que las estrellas distantes se desplazan ligeramente cuando el Sol se encuentra en la misma parte del cielo, porque su luz se desvía de su curso. Las estrellas próximas al Sol no suelen ser visibles, pero si la luz solar se bloqueara durante un eclipse podría medirse su posición. Eddington anunció los resultados en Londres en noviembre de 1919. Los datos eran ambiguos, pero eso no tenía importancia; al día siguiente, el titular de *The Times* rezaba: «Revolución en la ciencia: nueva teoría sobre el universo y derrota de las ideas newtonianas».

Con Einstein, la física entró en una nueva era. El éter y la cuarta dimensión espacial (tal y como se habían concebido en el siglo XIX, al menos) fueron barridos, al igual que el tiempo y el espacio absolutos. A partir de entonces, el cosmos pasó a ser relativo. Fue la primera vez que los físicos intuyeron que «ahí fuera» no hay una sola verdad por descubrir; que el universo que percibimos depende en buena medida de cómo lo vemos.

Había más. La relatividad trata de lo que ocurre en vastas magnitudes del espacio, pero los físicos que estudiaban lo pequeño —las escalas atómicas y subatómicas— habían estado combatiendo

contra otros problemas. A principios del siglo XIX habían aceptado que la luz viajaba como una onda que se extendía después de haber pasado por una estrecha rendija, como una ola de agua, y que las ondas de las rendijas cercanas se superponían dando lugar a un patrón de interferencia característico de picos y depresiones. Pero, a partir de 1900, los físicos comprendieron que solo podían dar sentido a las observaciones básicas, como el patrón de radiación que emitían los objetos calientes, suponiendo que la energía liberada por los átomos no era continua, sino que procedía en paquetes o *quanta*. Así pues, la luz no era una onda, sino que estaba integrada por unas partículas, que llamaron «fotones».

En 1913 el físico danés Niels Bohr aplicó el concepto a la estructura de los átomos. El último modelo había sugerido que los electrones orbitaban alrededor de los núcleos atómicos, como los planetas en un sistema solar; Bohr añadió que solo estaban permitidas ciertas órbitas correspondientes a ciertas energías particulares. Los electrones que saltan entre los niveles emiten o absorben fotones con diferentes energías, pertenecientes a diferentes frecuencias de luz. El modelo atómico de Bohr reveló —por fin— lo que Fraunhofer, Bunsen y Kirchhoff nunca lograron explicar: por qué las formas gaseosas de los diferentes elementos emiten y absorben patrones característicos de las líneas espectrales. Pero el concepto de zonas de energía prohibida, con los electrones desapareciendo en un estado y apareciendo instantáneamente en otro, hizo añicos el modelo clásico de la realidad.

Las fisuras se fueron agrandando cada vez más. En la década de 1920 era evidente que, no solo la luz, sino toda la radiación y las partículas subatómicas mostraban características contradictorias respecto a las partículas y las ondas, dependiendo del momento y la manera en que se observaban. En el minúsculo mundo cuántico se estaban desmoronando conceptos tan sólidos en apariencia como la órbita, la posición y la velocidad. Los físicos, incluidos Bohr, Werner Heisenberg y Max Born, describieron matemáticamente estos resultados ilógicos y llegaron a una conclusión que habría sido extrema incluso para los surrealistas: afirmaron que las partículas que observamos no existen en ningún

sentido normal hasta que la medición las fija. El aspecto de la onda no es materia física ni radiación, sino probabilidad; no describe dónde está una partícula, por ejemplo, sino dónde podría aparecer en el punto que decidimos mirar.

La teoría cuántica, de la que fueron pioneros, afirma que en el ámbito subatómico de las escalas existen límites fundamentales a nuestro conocimiento (por ejemplo, nunca podremos medir con precisión la posición y la cantidad de movimiento de una partícula al mismo tiempo). Y nunca podremos predecir con certeza cuál será el resultado de una medición concreta, solo la probabilidad de diferentes resultados. La física clásica —y el sentido común— afirman que, si se hacen mediciones idénticas una y otra vez, siempre se obtendrá el mismo resultado. En la física cuántica, la respuesta puede variar en cada ocasión.

Estas ideas tenían unas implicaciones filosóficas enormes. En primer lugar, el descubrimiento de que las partículas que medimos no se pueden separar del acto de la medición desencadenó de inmediato unos acalorados debates entre los físicos sobre el estatus de la realidad externa, e incluso sobre si existe un vínculo con la conciencia humana, cuestiones que aún no se han resuelto (sobre las que volveremos en el capítulo XII). En un extremo, los tradicionalistas como Einstein nunca perdieron la confianza en la idea de una realidad objetiva que existe con independencia de los físicos y sus experimentos. En el otro, Wolfgang Pauli y, al final, Erwin Schrödinger se preguntaron si creamos la realidad que percibimos y argumentaron que la física cuántica debía encontrar una forma de acomodar la mente humana.

En segundo lugar, las nuevas ideas destruyeron el dogma de que la realidad se podía, en última instancia, conocer y predecir siguiendo una cadena lógica de causas y efectos. Desde Newton, los científicos habían creído que, en teoría, si eran capaces de recopilar información suficiente sobre un sistema —incluso sobre la totalidad del universo— podrían entender todo sobre él y deducir todo lo que sucedería en el futuro. Con el nacimiento de la física cuántica esa creencia quedó obsoleta. En cambio, la nueva visión nos enseñó que lo que observamos es una suma estadística

de probabilidades. En el día a día esto crea la ilusión de causa y efecto —los engranajes y las ruedas de una máquina—, pero es posible que no todo esté determinado de antemano en el universo. Según parece, en su origen reinaba la confusión, una oportunidad creativa imposible de encontrar.

En este capítulo nos hemos alejado de nuestra visión del cielo estrellado. Pero estos artistas y físicos son parte crucial de nuestra historia, porque al explorar la realidad de otras maneras, trataban de averiguar también qué era el cosmos. No se limitaron a observar las estrellas, sino que intentaron penetrar en la verdad que hay detrás de los puntos de luz parpadeantes. Se rebelaron contra una certeza y una claridad que hacía solo unas décadas parecían inquebrantables, y hacia la Segunda Guerra Mundial la naturaleza del universo había cambiado.

Como veremos en los siguientes capítulos, la visión de una realidad separada y externa, que con tanto esmero se había ido elaborando a lo largo de los siglos, no era tan fácil de sofocar. En cualquier caso, el estallido de creatividad contenía unas semillas que no podían dejarse en suspenso y que hoy en día siguen reclamando nuestra atención. Los artistas usaron su emoción y su intuición para deconstruir el espacio lógico y tridimensional, para atacar los límites de nuestros sentidos y explorar el terreno subjetivo de la mente humana. Los físicos adoptaron un enfoque muy diferente y confiaron en las matemáticas y la razón, pero también se vieron obligados a olvidar el sentido común y a descorrer la cortina de un cosmos tan impredecible y contradictorio como una ópera cubofuturista; en sus escalas más grandes y pequeñas, entrelazadas con nuestra propia experiencia, pero mucho más allá de la realidad que percibimos.

* * *

Malevich siempre estuvo a la vanguardia, de manera que siguió avanzando incluso cuando el sentido común del cosmos vaciló. La escasez desesperada de alimentos y combustible que había generado la guerra civil rusa, que dificultaba cada vez más la vida

en Moscú, lo empujó a instalarse en 1919 en la ciudad bielorrusa de Vitebsk, para enseñar en la escuela de arte que dirigía el pintor Marc Chagall.

Chagall fue expulsado al poco tiempo y la escuela se convirtió en una fortaleza del suprematismo. En esa etapa de su vida Malevich se dedicó apasionadamente a la astronomía: siempre llevaba consigo un telescopio de bolsillo y pasó horas memorizando el mapa del cielo nocturno. Inspirado, quizá, por los viajes en su universo interior, soñaba con escapar de la Tierra física. En esas ilusiones se percibe la influencia del pionero e ingeniero ruso Konstantin Tsiolkovsky, que había calculado hacía poco tiempo la manera en que un cohete alimentado por oxígeno líquido e hidrógeno podía hacer estallar una nave en el espacio. En 1920, Malevich predijo un futuro cósmico para la humanidad donde las máquinas suprematistas orbitarían entre la Tierra y la Luna. Las describió usando una palabra rusa que significa «compañero de viaje»: *sputnik*.

Malevich no estaba pintando, pero hizo y bosquejó unos modelos arquitectónicos geométricos, o «arquitectones», incluidos los diseños de unas habitaciones espaciales para orbitar a las que llamó *planits*. El entusiasmo por los viajes espaciales se extendió a sus compañeros y estudiantes. El Lissitzky publicó un libro infantil ilustrado en el que dos cuadrados cósmicos visitaban la Tierra antes de elevarse. El *Círculo rojo en la superficie de negro* de Ilya Chashnik, realizado en 1925, es una representación tan fiel de un satélite solitario orbitando alrededor de una esfera roja en la vasta oscuridad del espacio que cuesta creer que fuera pintado varias décadas antes de que la humanidad dejara la Tierra.

La visión que Malevich ayudó a inspirar llevó en última instancia a su país a vencer a los Estados Unidos con el lanzamiento, en octubre de 1957, del primer satélite artificial del mundo, el Sputnik 1. Pero el nuevo clima político no fue tan amable con su arte. Después de la creación oficial de la Unión Soviética en 1922, el Partido Comunista empezó a controlar de forma creciente todas las áreas de la sociedad, incluida la expresión artística, de manera que el sucesor de Lenin, Joseph

Stalin, solo consentía las descripciones serias y positivas de la vida soviética (estilo que fue denominado «realismo socialista»). Malevich se instaló en Petrogrado buscando una atmósfera más libre, pero en 1926 su instituto también se vio obligado a cerrar sus puertas después de que el diario del Partido Comunista lo tildara de «monasterio apoyado por el gobierno donde abundan los sermones contrarrevolucionarios y el libertinaje artístico».

Sus actividades artísticas y escolásticas se vieron restringidas, muchas de sus obras fueron incautadas y en 1930 fue detenido y encarcelado, acusado de ser enemigo del Estado. Enfrentado a la indigencia, al visionario no le quedó más remedio que retomar la pintura realista y de esta forma produjo lo que, esperaba, fueran vistos como unos retratos políticamente aceptables de campesinos con su familia. En cualquier caso, jamás dejó de incorporar a sus obras de manera furtiva elementos suprematistas; de hecho, en 1933 firmó su autorretrato final, donde aparece como un artista del Renacimiento, con un cuadrado negro.

Malevich murió de cáncer en mayo de 1935, después de que rechazaran sus peticiones para regresar a Occidente y recibir tratamiento. Tampoco se cumplió su deseo de que su tumba estuviera coronada por un arquitectón y un telescopio, para que los visitantes pudieran contemplar a Júpiter. Pero el sitio estaba marcado por un cubo blanco, donde aparecía pintado un cuadrado negro gigante. Me gusta imaginármelo como una puerta abierta al cosmos que trató de alcanzar durante toda su vida. Malevich había abandonado por fin la Tierra, rumbo a un infinito más allá.

X

Vida

En febrero de 1954, un biólogo estadounidense llamado Frank Brown descubrió algo tan extraordinario e inexplicable que sus compañeros caso lo borraron de la historia.

Brown había extraído un lote de ostras del Atlántico del fondo del mar, en New Haven, Connecticut, y lo hizo transportar a cientos de kilómetros en el interior, a la Universidad Northwestern de Evanston, Illinois. A continuación, las metió en unas ollas de salmuera dentro de un cuarto oscuro y sellado, resguardadas de cualquier cambio de temperatura, presión, corrientes de agua o luz. Normalmente, las ostras se alimentan con las mareas. Abren sus conchas para filtrar el plancton y las algas del agua marina, y descansan en los períodos intermedios en los que sus conchas se cierran; Brown ya había comprobado que eran más activas durante la marea alta, que se produce aproximadamente dos veces al día. Le interesaba saber la forma en que los moluscos calculaban ese comportamiento, así que ideó un experimento para comprobar qué hacían si se las alejaba del mar y se les privaba de cualquier tipo de información sobre las mareas. ¿Su ritmo de alimentación seguiría siendo el habitual?

Durante las dos primeras semanas, fue así. Su actividad alimenticia continuó alcanzando un pico de cincuenta minutos que se iba retrasando cada día, al ritmo de mareas de la playa de donde procedían las ostras, en New Haven. Eso fue, por sí solo, un resultado impresionante, porque sugería que el marisco podía mantener un tiempo exacto. Pero entonces sucedió algo inesperado que cambió para siempre la vida de Brown.

Las ostras fueron retrasando poco a poco los momentos en que se alimentaban. Al cabo de dos semanas, volvieron a establecer un ciclo estable, pero con un retraso de tres horas respecto a las mareas de New Haven. Brown estaba desconcertado, de manera que revisó un almanaque astronómico. Las mareas altas se producen los días en que la Luna está más alta en el cielo o cuando desaparece en el horizonte, porque es el momento en que la atracción gravitatoria lunar sobre las aguas oceánicas es más fuerte. Brown comprendió que las ostras habían corregido su actividad para adaptarse al estado local de la Luna; en lugar de coincidir con el de la Costa Este, se alimentaban cuando en Evanston —si hubieran estado en la costa— habría tenido lugar la marea alta. A pesar de que Brown había aislado a los organismos de todos los indicios ambientales obvios, estos habían encontrado la manera de seguir amoldándose a la Luna.

El experimento de Brown se hizo tristemente famoso; de hecho, fue uno de los resultados más controvertidos en el ámbito de la biología. Los científicos estaban empezando a entender que los procesos vivos variaban en función de los ciclos ambientales, como la hora del día, pero las figuras más relevantes en ese campo estaban convencidas de que dichos ritmos recibían en última instancia el impulso de sus relojes internos, así pues, desdeñaron la solitaria insistencia de Brown, quien defendía la existencia de una conexión entre los organismos y unas misteriosas señales cósmicas. A decir verdad, el desacuerdo no se limitaba a la naturaleza del cronometraje biológico. En realidad, reflejaba una división filosófica más profunda sobre la relación que las criaturas vivas, incluidos los humanos, establecen con nuestro planeta y con la inmensidad del cosmos. ¿Somos máquinas autónomas, que se autogestionan, o la vida se comunica de forma incesante y sutil con la Tierra, el Sol, la Luna e incluso las estrellas?

Al final, Brown perdió la batalla, el trabajo que había llevado a cabo durante varias décadas se tachó de imperfecto y se desechó. De hecho, los informes científicos convencionales apenas lo mencionan, excepto como un cuento con moraleja, una advertencia sobre los peligros de alejarse demasiado del sentido común. El

campo de la «cronobiología» ha cosechado desde entonces un gran éxito y los investigadores no dejan de descubrir intrincadas redes de engranajes y piñones moleculares que marcan el tiempo dentro nuestras células, permitiendo que todas las criaturas de este planeta anticipen virtualmente los movimientos diarios y estacionales del sol.

Pero en el corazón de los relojes biológicos todavía existe un misterio fundamental que nunca se ha llegado a explicar y el obstinado goteo de la evidencia, que insinúa que Brown podría haber descubierto algo importante, empieza a desbordarse a toda velocidad.

* * *

Hace miles de años que se sabe que la vida en la Tierra se mueve en armonía con la trayectoria que el Sol recorre en el cielo cada día. Nos despertamos por la mañana y dormimos por la noche. Las flores se abren y se cierran dependiendo de la hora del día. El canto de los pájaros anuncia el amanecer. El primer relato conocido sobre el ciclo biológico diario es de Androstenos de Tasos, un comandante naval de Alejandro Magno, que en el siglo IV a. C. describió cómo se abrían al amanecer y se cerraban por la noche las hojas de los tamarindos de Tylos (ahora Bahrein). El estudio científico comenzó en 1729, cuando el astrónomo francés Jean-Jacques d'Ortous de Mairan observó que una planta «sensible», probablemente la *Mimosa pudica*, se abría durante el día y seguía haciéndolo aunque se mantuviese en la oscuridad. Por lo general, los ciclos diarios fueron considerados como unas respuestas pasivas a los cambios de las señales ambientales como la temperatura o la luz. Incluso De Mairan concluyó que sus plantas debían de ser capaces de «sentir el sol, a pesar de que nunca lo veían». No fue hasta 1832 cuando un botánico suizo llamado Augustin de Candolle sugirió por primera vez que los movimientos de sueño-vigilia de plantas como la *Mimosa* podían estar activados por un temporizador interno.

En la primera mitad del siglo XX seguía sin aceptarse la

posibilidad de que los organismos simples como las plantas contuvieran relojes precisos; de hecho, la simple idea de estudiarla fue objeto de controversia. Esta circunstancia formaba parte de un cambio más general en las actitudes sobre las posibilidades del mundo natural. En el capítulo IX vimos cómo, a finales del siglo XIX, el entusiasmo por la existencia de un éter omnipresente y descubrimientos como la radiactividad habían apuntado a la existencia de una realidad conectada e invisible que superaba los hechos propios del sentido común que solemos percibir. Temas como la lectura de la mente y la clarividencia eran muy populares entre el público y objeto de investigación científica, e incluso varios de los físicos más respetados de la época se los tomaban en serio. Pero esa credulidad no tardó mucho en desvanecerse. Los físicos llegaron a la conclusión de que el éter no existía y una serie de vergonzosos fracasos demostraron dolorosamente a los científicos la facilidad con la que los prejuicios humanos pueden llevarnos por mal camino.

Un nuevo y excitante tipo de radiación llamada «rayos N», por ejemplo, sobre la que se trató en cientos de documentos de física después de que se diera a conocer por primera vez en 1903, era ya fruto de la fantasía en 1904. Fenómenos fabulosos como los videntes o las hadas fueron denunciados como fraudes. Tras varias décadas investigando sobre la telepatía no se llegó a hacer ningún descubrimiento convincente. Y en 1907, en otro episodio que influyó en el estudio futuro del comportamiento animal y que tuvo como protagonista a un famoso caballo llamado Clever Hans, que aparentemente podía responder a las preguntas que le hacían y resolver sumas golpeando el suelo con los cascos, se demostró que en realidad el animal respondía a unas señales inconscientes de su dueño. En los años veinte y treinta preponderaba un escepticismo feroz, en especial en los Estados Unidos, sobre las misteriosas habilidades y fuerzas que tanto habían fascinado a los estudiosos unas décadas atrás, incluida la idea de que las criaturas vivas podían seguir el tiempo.

Eso no impidió que Brown se obsesionara con los ritmos biológicos al principio de su carrera. Nacido en 1908, creció en la

pequeña ciudad costera de Machiasport, en Maine. En el tiempo libre se dedicaba a cazar, navegar y pescar y le fascinaban las criaturas que se aferran a la escarpada costa de Maine, una zona liminar gobernada por algunas de las mayores mareas del mundo. En 1929 inició un doctorado en la Universidad de Harvard sobre los cambios de color que se producen en los cangrejos violinistas del Atlántico. La piel de dichos cangrejos se ennegrece al amanecer para permitir que puedan esconderse mejor de sus depredadores y proteger sus órganos internos de los rayos solares. Al atardecer, el negro desaparece y sus cuerpos se tiñen de un tono gris pálido y plateado. Brown quería saber qué era lo que desencadenaba los cambios, pero sus resultados variaban mucho en función de la hora del día, así que empezó a sospechar que, incluso en unas condiciones controladas como las de un laboratorio, los cangrejos seguían un ciclo de veinticuatro horas.

Se interesó aún más por las habilidades de los animales para medir el tiempo durante el último verano de su doctorado, en 1934, cuando permaneció casi seis semanas en una estación de investigación oceánica situada en las Bermudas. Brown pasaba las tardes sentado en el muelle de madera del laboratorio, con una pila encendida dentro del agua, observando a los animales que nadaban hacia la luz. Pronto conoció a los habitantes locales —del pez pipa y el jurel a las crías de tortuga y las anguilas— y una noche sin luna, a eso de las diez, el agua se llenó de repente de criaturas que jamás había visto: un enjambre ondulante de diminutos camarones translúcidos.

Desaparecieron tan rápido como llegaron, pero regresaron al cabo de un mes, justo antes de la siguiente luna nueva. Brown cogió unos cuantos y los envió a un experto del Museo Británico, que los identificó como ejemplares de *Anchistioides antiguensis*, una especie esquiva de la que el museo solo tenía otro espécimen. Estudios posteriores revelaron que los camarones solo aparecen en enjambres durante una o dos horas, justo antes de la medianoche, cuando se aproxima la luna nueva[1]. Al regresar a los Estados Unidos, la Universidad de Illinois ofreció a Brown un puesto de investigador y él tuvo enseguida muy claro a qué se quería dedicar.

¿Qué era lo que activaba los ciclos de los camarones y los cangrejos?

Con el dinero que ganó enseñando en verano y con un préstamo de su hermano, Brown compró un coche de segunda mano y viajó al Oeste para emprender una nueva vida en Illinois. Pero antes de que se fuera, un veterano compañero de Harvard le advirtió de que debía evitar el tema de los ritmos biológicos si apreciaba en algo su carrera. Brown hizo caso al consejo y se limitó a estudiar cuestiones tan respetables como la visión de los colores en los peces, hasta que en 1949 fue nombrado profesor de la Universidad de Northwestern, un puesto fijo del que no podían despedirlo. Por fin, pudo retomar el «problema del ritmo».

Al observar de nuevo los cangrejos violinistas, Brown comprobó que estos se blanqueaban y ennegrecían todos los días, siguiendo el ritmo de su playa natal, incluso cuando se mantenían a una luz y una temperatura constantes. Si exponía a los animales a la luz en diferentes momentos, lograba que cambiaran la fase, persuadiéndolos para que hicieran un ciclo unas seis horas antes, como si estuvieran en el mar Báltico, o doce horas antes, como si se encontraran en Singapur. Pero eso no era todo. También estudió la actividad física de los cangrejos. Los cangrejos violinistas pasan la mayor parte del tiempo escondidos en madrigueras bajo la arena. Solo salen para buscar comida cuando la playa está expuesta a la marea baja. Los cangrejos cautivos de Brown mantuvieron el ritmo de la marea de 12,4 horas a pesar de que se encontraban a cientos de kilómetros del mar, lo que demostró que la marea baja alcanza su pico de actividad dos veces cada día lunar. Los animales eran como relojes astronómicos en miniatura, con los dos ciclos —uno solar y uno lunar— entrando y saliendo gradualmente de su fase, como sucedía en el cielo.

A principios de los años cincuenta, un grupo reducido de científicos empezó a interesarse por los ritmos biológicos de una gran variedad de especies. En Alemania, el eminente botánico Erwin Bünning grabó los «movimientos del sueño» de las hojas de las semillas de frijol, mientras que Jürgen Aschoff, un fisiólogo discutidor y polémico, descubrió un ritmo de veinticuatro horas en

la temperatura del cuerpo humano experimentando con el suyo. En los Estados Unidos, el biólogo de origen inglés Colin Pittendrigh empezó a investigar los ritmos de los insectos después de notar ciclos diarios en la actividad de los mosquitos mientras combatía la malaria en Trinidad, y el académico de origen rumano Franz Halberg se unió al grupo después de que los resultados de sus pruebas sobre drogas se fueran al traste debido a las fluctuaciones diarias de los niveles de glóbulos blancos en los ratones.

A diferencia de Brown, que se sentía cautivado por la influencia lunar, sus rivales se centraron en los ciclos de veinticuatro horas. Poco importaba la especie que estudiaran —brotes de frijoles, pájaros, moscas, ratones—, en todas ellas los ritmos continuaban si las condiciones permanecían constantes. Pero en sus experimentos, la velocidad de los ritmos cambiaba un poco en ausencia de señales externas, de manera que los altibajos se iban desviando poco a poco del día solar. Algunos ejemplares acabaron variando la duración de los ciclos, próxima, aunque no exacta, a las veinticuatro horas. Los investigadores dedujeron que los ritmos debían de estar impulsados por unos temporizadores internos y privados que se encontraban en el interior de las células del organismo. En condiciones normales, los ciclos se activaban con las señales ambientales como la luz y la temperatura para que estuvieran perfectamente sintonizados con el día y la noche. Pero también eran capaces de funcionar solos.

Brown estuvo de acuerdo con ellos en un primer momento, pero luego empezó a dudar de que fuera posible. En su laboratorio, los ciclos lunares y solares de los cangrejos se mantuvieron precisos durante meses, incluso cuando estaban aparentemente aislados de su entorno; no podía imaginar de qué manera un reloj interno e independiente podía marcar tan bien el tiempo. Entonces, en 1954, llegó el experimento de las ostras que eran capaces de modificarlo. A pesar de estar en un cuarto oscuro y sellado, los moluscos habían ajustado su actividad para adecuarse a los movimientos locales de la Luna. En lugar de depender de temporizadores internos, Brown estaba convencido de que percibían señales que les llegaban desde el cielo.

Estos dos enfoques establecían esencialmente un paralelo con los métodos de cronometraje contrapuestos que habían utilizado los navegantes en el siglo XVIII para calcular la longitud. O construyes una máquina que marque las horas, como hizo el relojero John Harrison con su cronómetro, o te basas en las referencias temporales del cielo, como en el método de distancias lunares que elaboró el astrónomo Nevil Maskelyne. ¿Qué solución eligió la vida?

Brown optó por investigar el proceso biológico más fundamental que se le ocurrió: el metabolismo. Estudió las patatas germinadas —con unos experimentos que se prolongaron durante varios años en los que observó los tubérculos durante más de un millón de horas—, pero también las semillas de frijol, las larvas del gusano de la harina, los huevos de pollo y los hámsteres, protegiéndolos de los cambios de temperatura, presión y luz. Aunque se suponía que estaban aislados del mundo exterior, Brown vio patrones en la tasa metabólica que coincidían, no solo con los movimientos del Sol y la Luna, sino también con la presión y los cambios climáticos en la atmósfera terrestre. Además de la hora, las patatas «sabían» cuál era la estación del año. Era como si la vida latiera al ritmo del planeta.

Brown llegó a la conclusión de que los organismos eran sensibles a los factores geofísicos externos, quizá a unas fluctuaciones ínfimas de la gravedad o a unas fuerzas sutiles que aún no se habían descubierto. Frente a los experimentos de sus rivales, que parecían demostrar la existencia de relojes independientes, Brown argumentó que los organismos no estaban aislados del medio ambiente. En realidad, estaban sumergidos —e influidos— por unos campos sutiles y rítmicos que cambiaban a medida que iba girando la Tierra.

Estas ideas no fueron bien recibidas por sus compañeros. Varios de ellos habían luchado para que otros científicos tomaran en serio su trabajo sobre los ciclos diarios y habían sido acusados de todo tipo de cosas, como de que practicaban la parapsicología o eran paranoicos. Su respetabilidad profesional dependía del uso de unos métodos rigurosos y reproducibles y de que sus teorías se

basaran en los impecables principios físicos de causa y efecto; las afirmaciones de Brown sobre la existencia de fuerzas misteriosas eran tonterías peligrosas que perjudicaban su campo de investigación. Así pues, alegaron que las mediciones del biólogo no eran bastante precisas o lo acusaron de estar viendo patrones inexistentes en los datos altamente complejos que manejaba. Pero Brown era una persona carismática y elocuente y estaba influyendo en la opinión pública. Había que hacer algo.

El primer golpe fuerte se produjo en 1957, con un extraordinario artículo publicado en la principal revista científica de los Estados Unidos, *Science*, en el que un respetado ecologista llamado LaMont Cole afirmó que, haciendo malabares con los números, había «descubierto el ritmo exógeno del unicornio». La sátira iba dirigida a Brown y su equipo y el mensaje era claro: sus resultados eran tan imaginarios como el propio unicornio. Era un ataque personal sin precedentes y «nos afectó mucho», recordó Brown más tarde. «En todas partes nos hacían insinuaciones sobre el artículo». En 1959, Halberg continuó acuñando el término que define el campo en la actualidad: «circadiano». A menudo se dice que este alude a los ciclos de veinticuatro horas, pero eso no es del todo correcto: en realidad, tiene su origen en el significado latino, «lo relacionado con un día», y Halberg lo eligió precisamente para enfatizar el principal fallo de la teoría de Brown: la mayoría de los ritmos diarios libres no duraban exactamente veinticuatro horas. La tensión llegó a un punto crítico en junio de 1960, en el curso de una prestigiosa conferencia sobre relojes biológicos que tuvo lugar en Cold Spring Harbor, cerca de la ciudad de Nueva York.

Este evento está hoy en día considerado como el momento decisivo de la cronobiología, en el que Pittendrigh y otros determinaron que los ritmos circadianos eran internos y autosuficientes y que estaban controlados por unos mecanismos bioquímicos oscilantes análogos a los engranajes de un reloj. Todo parecía ir bien para este nuevo campo, que contaba con una nueva terminología y un marco teórico consistente. El único problema era Brown. A pesar de que no lo habían invitado a la conferencia, él asistió de todas formas para enfrentarse a un público hostil y fue el

único orador que abogó por la existencia de un marcapasos central impulsado por las señales cósmicas.

Uno de los argumentos de Brown aplacó los ánimos. Todos convinieron en que el tiempo de los ritmos biológicos resistía de manera sorprendente incluso a cambios de temperatura bastante drásticos. Los cangrejos cambiaban de color y las moscas emergían de sus pupas en el momento adecuado, sin importar si estaban calientes o fríos. Las semillas secas almacenadas a condiciones constantes seguían mostrando un ritmo anual en su capacidad de germinar, tanto si se mantenían a +50 ˚C o a –20 ˚C. Pero Brown señaló que la velocidad de las reacciones bioquímicas variaba enormemente con la temperatura; en general, las tasas se duplicaban con cada aumento de 10 ˚C (y a –20 ˚C existen pocas esperanzas de que funcionen los procesos bioquímicos internos). A diferencia de sus competidores, que no sabían explicar la manera en que cualquier mecanismo bioquímico era capaz de crear un reloj inmune a esas influencias, las señales externas e invariables impulsadas por el Sol y la Luna podían explicar a la perfección esa propiedad. Les advirtió de que, si insistían en la existencia de un temporizador interno, se arriesgaban a «perseguir un fantasma». Pittendrigh le replicó que era él, con sus misteriosas y sutiles influencias, el que perseguía fantasmas.

Después de la reunión, Brown se dio cuenta de que las revistas rechazaban cada vez más sus artículos, en especial las estadounidenses, y que otras del mismo campo, que en el pasado lo citaban aunque estuvieran en desacuerdo con él, habían dejado de hacerlo. Según Brown, Halberg reconoció al final que sus competidores habían llegado a un acuerdo para bloquearlo, ignorarlo o desacreditarlo siempre que se presentara la ocasión; tenían que silenciar al rebelde por el bien de sus investigaciones. Tanto si es correcto como si no, lo cierto es que se alejaron de Brown y sus ideas; a partir de ese momento fue casi como si no existiera. Pittendrigh ignoró por completo los argumentos de Brown en una importante conferencia que pronunció en 1964, mientras que Aschoff se negó a nombrar a su rival en una influyente revista científica que se publicó al año siguiente,

limitándose a decir que ya se había criticado bastante la «hipótesis opuesta»: «Así pues, me abstendré de volver a discutirla».

Brown y sus señales cósmicas fueron expulsados y el estudio de los ritmos biológicos se convirtió en el estudio de los relojes circadianos.

* * *

El campo resultante ha transformado desde entonces nuestra comprensión del funcionamiento de la vida, no solo de los animales y las plantas, sino también de los humanos. Aschoff, por ejemplo, emprendió una serie de experimentos pioneros para investigar lo que sucedía cuando la gente perdía el contacto con el sol. Tras realizar varios estudios piloto en un antiguo búnker de la Segunda Guerra Mundial, en 1964 construyó un local de aislamiento específico en una ladera bávara. En colaboración con un compañero físico, Rütger Wever, encerraba a varios estudiantes a la vez durante unas semanas y los observaba con una serie de instrumentos, como sensores de movimiento y una sonda rectal. La cámara insonorizada era cómoda, tenía una sala de estar, una ducha y una pequeña cocina, pero todos los objetos que podían indicar la hora del día —como los relojes, la radio o el teléfono— se habían retirado de ella (aunque había un tocadiscos, que los más ingeniosos solían utilizar para cronometrar los huevos hervidos). Los voluntarios solo podían comunicarse con el mundo exterior mediante carta, mientras que la comida —y la cerveza local— se entregaba en momentos aleatorios en el pequeño espacio que había entre las puertas dobles del búnker.

Aschoff fue el primer voluntario y Wever el encargado de observarlo. Durante su estancia de diez días intuyó que cada día se levantaba un poco más temprano y se quedó «muy sorprendido» al comprobar que la última vez lo había hecho a las tres de la tarde. A continuación, más de trescientos voluntarios —a menudo estudiantes que se preparaban para los exámenes— «estuvieron bajo tierra» durante tres o cuatro semanas. Solo cuatro salieron antes y uno de ellos, para el que el día acabó durando treinta y tres

horas, se quejó de que no había tenido tiempo suficiente para repasar e insistió para que lo dejaran entrar de nuevo.

Al igual que sucedía con otras especies, Aschoff descubrió que los ritmos diarios de los voluntarios no se interrumpían, ni siquiera en condiciones constantes[2], lo que demostraba que los humanos también poseían relojes circadianos innatos. Cuando se les privaba de información sobre el mundo exterior, el ciclo sueño-vigilia solía retrasarse un poco respecto al día solar, con un promedio de unas veinticinco horas. A lo largo de varios años, Wever y él mostraron que los ciclos se podían adaptar para seguir ciertas señales como la luz brillante, la temperatura y las señales sociales.

Para algunos de los voluntarios, los patrones de sueño variaban mucho y los días podían durar hasta cincuenta horas, aunque no se daban cuenta. Pero, en la mayoría de los casos, la fisiología —como la temperatura corporal o la excreción de los metabolitos— siguió oscilando en una banda estrecha de entre veinticuatro y veintiséis horas. Eso significaba que los patrones de sueño-vigilia se habían desajustado de su fisiología, un fenómeno que Aschoff denominó «desincronización». Fue uno de sus descubrimientos más importantes, el primer indicio que apuntaba a la existencia de varios relojes en el cuerpo que impulsan diferentes funciones y que pueden desacoplarse sin las apropiadas indicaciones externas. Los voluntarios comunicaron que se sentían peor cuando esto ocurría, lo que llevó a Aschoff a advertir que cortar el vínculo con el sol, como en el caso del trabajo a turnos, podía tener consecuencias para la salud.

El primer indicio que mostró cómo funcionan de verdad los relojes llegó del otro lado del Atlántico en 1971, de un estudiante de postgrado californiano que estudiaba los ritmos diarios de las moscas de la fruta. Ronald Konopka aisló tres cepas de moscas mutantes que perdieron la capacidad de marcar el tiempo: una con un ritmo de veintinueve horas, otra con un período demasiado corto de diecinueve horas y la última sin ciclos. Por lo visto, las tres tenían diferentes errores en el mismo gen, que más tarde, en 1984, fue identificado por otros investigadores. Lo llamaron «periodo» y comprendieron que la proteína que codificaba subía y

bajaba abundantemente cada veinticuatro horas. Por fin, habían podido ver la maquinaria que había dentro del reloj biológico. Los cronobiólogos habían encontrado su fantasma.

Desde entonces, se han identificado muchos otros genes reloj. Codifican las proteínas que se regulan entre sí en una compleja red de bucles de retroalimentación, formando en última instancia lo que Brown consideraba imposible: un ciclo constante que pulsa aproximadamente una vez al día, coincidiendo con el sol. Sistemas similares se encuentran no solo en las moscas de la fruta, sino en cualquier tipo de vida, desde las bacterias hasta las personas. Estos relojes solares dicen a los animales cuándo deben alimentarse, correr, dormir y digerir. Permiten que las plantas racionen sus reservas de almidón durante la noche y pongan en marcha el proceso de fotosíntesis hacia el amanecer. Indican a los hongos cuándo formar las esporas, a los insectos cuándo emerger de sus pupas y a miles de especies de plancton oceánico que deben hundirse antes del amanecer y subir a la superficie cada noche, en lo que constituye el mayor movimiento de biomasa del planeta. Siguiendo los cambios de hora del amanecer y el anochecer, los relojes también pueden dirigir las transformaciones estacionales señalando a los organismos cuándo deben migrar, mudar o reproducirse.

Entretanto, el estudio de los ritmos circadianos en los humanos se ha convertido en una de las cuestiones más candentes de la medicina. Los relojes internos regulan nuestro sueño, al igual que ciertas funciones del cuerpo como la digestión, la presión sanguínea, la temperatura, los niveles de azúcar en la sangre, las respuestas inmunes e incluso la división celular. De hecho, es difícil encontrar un órgano o función que no siga un ciclo diario y, como advirtió Aschoff, el hombre ignora esos ritmos y al hacerlo se pone en peligro. En los dos siglos que han pasado desde que se encendieron las primeras luces artificiales, nuestro estilo de vida se ha ido alejando progresivamente del ciclo de veinticuatro horas que va desde el amanecer hasta la puesta de sol. Muchos de nosotros nos quedamos despiertos hasta tarde, tenemos turnos de trabajo, saltamos de una zona horaria a otra, trabajamos en

oficinas sombrías durante el día y nos exponemos a la luz de los ordenadores, los televisores y los teléfonos inteligentes por la noche. Todo eso supone un problema porque, aunque nuestros relojes corporales pueden funcionar de forma independiente, cuando no son reforzados por las señales externas pueden desviarse mucho de su curso.

La señal de tiempo más importante es la luz solar, que las células detectan en la retina del ojo. La información sobre el momento en que sale y se pone el sol se envía a un marcapasos central que se encuentra en el cerebro, que a su vez ajusta los relojes secundarios presentes en todo el cuerpo. Si la luz diurna es insuficiente o la nocturna excesiva, estos relojes pueden debilitarse o interrumpirse y sumir en el caos la compleja coreografía corporal. Los ritmos se amortiguan o se desconectan entre sí, causando problemas de salud, desde insomnio y la depresión a la obesidad, las enfermedades cardiovasculares e incluso el cáncer[3]. El investigador Russell Foster ha advertido que, a pesar de que las tecnologías modernas nos permiten despertar, dormir y trabajar cuando queremos, «la biología humana sigue dependiendo profundamente del giro de veinticuatro horas que la Tierra realiza alrededor de su eje». La creciente separación de los ciclos geofísicos es una «bomba de tiempo» cuyos efectos psicológicos y físicos «pueden condenar a un futuro sombrío a sectores enteros de nuestra sociedad».

Los ritmos circadianos también son significativos para otros aspectos de la salud. Los médicos se están dando cuenta de que la mayoría de las condiciones médicas muestran fluctuaciones diarias en su aparición o en los síntomas, incluidos los ataques al corazón, el asma, la bronquitis, la fibrosis quística, la apoplejía, la fiebre, el dolor, las convulsiones y el suicidio, por citar solo unos cuantos. La hora del día puede determinar la forma en que responderemos a una infección o una droga, o si ganaremos o perderemos peso comiendo lo mismo. Los cambios estacionales también son importantes: el mes en que nace un niño influye en el riesgo de contraer más tarde enfermedades como la demencia, la esclerosis múltiple y la esquizofrenia (con patrones opuestos en los

hemisferios norte y sur). Los científicos no saben a ciencia cierta por qué —las teorías incluyen el riesgo de infección a edad temprana, la nutrición y los niveles de vitamina D—, pero es evidente que la posición de la Tierra respecto al Sol en el momento de nacer afecta a la salud durante toda la vida.

En 2017, la cronobiología fue objeto de un último reconocimiento: los investigadores que habían identificado el gen del período recibieron el Premio Nobel. «En este planeta somos esclavos del Sol», comentó el eminente biólogo Paul Nurse. «El reloj circadiano está incrustado en nuestros mecanismos de trabajo, en nuestro metabolismo, en todas partes». En solo unas décadas, la capacidad para anticipar el día solar ha pasado de ser una curiosidad minoritaria a un rasgo definitorio de la vida.

Se trata de una maravillosa historia de éxito, pero, a pesar de los impresionantes descubrimientos, algunas de las cuestiones que planteó Brown siguen sin resolverse. Una idea que persiste, a pesar de que los escépticos hacen todo lo posible para desecharla, es la omnipresente influencia de la Luna.

* * *

Una de las primeras piezas de arte conocidas —una figura paleolítica cincelada en la piedra caliza de una cueva francesa en Laussel, a pocos a kilómetros de Lascaux— muestra a una mujer con unos pechos prominentes y una mano apoyada en el vientre hinchado. Originalmente salpicada de color rojo ocre, sujeta un cuerno tallado en forma de media luna con trece rayas descendentes, que, según la mayoría de los estudiosos, representan el número de días que hay entre la luna creciente y la luna llena.

Los cronobiólogos se han concentrado habitualmente en los ritmos diarios, pero la creencia de que la Luna también ejerce un profundo poder sobre la vida en la Tierra se repite en las sociedades tradicionales de todo el planeta. A diferencia del Sol, que siempre se ve igual, la Luna aumenta y disminuye en un perpetuo ciclo de nacimiento, crecimiento, muerte y —tras tres noches sin luna— renacimiento. En su influyente estudio sobre los

mitos y las religiones del mundo, el historiador Mircea Eliade afirma que las fases de la Luna permitieron que los primeros humanos pudieran medir el paso del tiempo mucho antes de que empezaran a observar los movimientos estacionales del Sol, que son más sutiles. (El término que designa a la Luna en idiomas como el sánscrito, el persa, el griego y el latín deriva de la antigua raíz *me*, que significa «yo mido»). Además, el patrón lunar de crecimiento, muerte y renacimiento fomentaba una visión general de un cosmos cíclico y ordenado donde los patrones de vida en la Tierra reflejaban lo que sucedía en el cielo.

El arte, como la figura de Laussel, sugiere con fuerza que en una época tan remota como el Paleolítico, los humanos comprendieron los vínculos que existían entre la Luna y el ciclo menstrual humano (que es de unos veintinueve días y medio, como el mes lunar) y la duración del embarazo (nueve meses lunares). Un experto ha apuntado que esta sincronía fue la observación inicial «que generó en la mente del hombre la mitología de un misterio que explicaba las cosas terrenales y celestes». Otro argumenta que quizá las mujeres, calculando sus ciclos de luna a luna, fueron las primeras que estimaron el tiempo. Según Eliade, la influencia lunar sobre la fertilidad se extendió de tal manera que al final la Luna acabó siendo considerada «el cuerpo celeste más importante para los ritmos vitales».

Es indudable que, cuando se iniciaron los registros escritos, existían ya creencias similares sobre el poder que ejercía la Luna en la vida de los hombres. Los babilonios y los antiguos griegos daban por sentado que la fuente de la fertilidad femenina era lunar (la palabra «menstruación» deriva del griego *menes*, que significa 'luna'). En el primer siglo d. C., el autor romano Plinio el Viejo escribió sobre el poder de la Luna «que penetra todas las cosas», desde las plantas y los animales hasta los seres humanos (en especial el marisco, que, según dijo, aumenta y disminuye con las fases lunares); en el siglo XVII Francis Bacon señaló la creencia de que «los cerebros de los conejos, los becerros y las becerras, por ejemplo, están más llenos durante la luna llena». Más recientemente, los antropólogos contaron que en Groenlandia las

mujeres jóvenes tenían miedo de mirar la luna llena, porque podían quedarse embarazadas, mientras que en las sociedades tradicionales, desde la India a Francia, las mujeres bebían agua impregnada de luz lunar para poder concebir.

Pero, ¿hay alguna verdad biológica en esos mitos? Los ciclos lunares son, por descontado, importantes para las actividades nocturnas como la alimentación y la búsqueda de alimento; los depredadores nocturnos como los búhos, los lobos, las serpientes y los escarabajos sanjuaneros cazan a la luz de la luna. Quizá sea más sorprendente saber que este efecto puede conformar ecosistemas enteros. El hundimiento diario de la masa del plancton oceánico permite que especies como el krill o las larvas de cangrejo se escondan de los depredadores durante el día, y se piensa que la migración se detiene a mitad del invierno ártico, cuando el sol no sale. Pero en 2015 los biólogos descubrieron que, en lugar de cambiar a partir de un ciclo de veinticuatro horas, el movimiento en el océano Ártico se modificaba a partir de uno de 24,8 horas, siguiendo las lunas creciente y menguante. La luz lunar impulsa a cazar a los míticos hombres lobo y en este sentido los investigadores anotaron: «Nuestros datos revelan una realidad dirigida por la Luna».

La idea de que la Luna gobierna de forma directa los procesos biológicos como el de fertilidad ha sido más controvertida, pero también en este ámbito la evidencia es cada vez mayor. Uno de los primeros en investigar al respecto fue un zoólogo británico, Harold Munro Fox, que trabajó sobre la cuestión en los años veinte. A Fox le intrigaba que los pescadores del Mediterráneo y el mar Rojo siguieran creyendo en las afirmaciones que Plinio había hecho sobre el marisco, del que decía que estaba «lleno» durante la luna llena, de manera que atrapó varios erizos de mar con una red de mano desde un muelle de Suez, y descubrió que la historia era cierta. Durante la época de reproducción, las gónadas se llenan gradualmente de esperma u óvulos todos los meses, antes de desovar en el mar coincidiendo con la luna llena.

Los biólogos reconocen hoy en día que muchas especies acuáticas que se reproducen liberando esperma y óvulos en el agua

utilizan las fases lunares (a menudo en combinación con relojes diarios y anuales) para cronometrar su rápido desove, que a veces dura apenas unos minutos. Los gusanos palolo, que viven en los arrecifes de coral del Pacífico, se desprenden de sus órganos reproductores durante unas pocas horas antes de la medianoche del tercer trimestre de la primavera lunar (en octubre o noviembre). En la gran barrera coralina australiana, el mar cobra vida cada primavera en unos momentos lunares de coreografía perfecta. Cientos de millones de corales, que ocupan vastas extensiones de arrecife, liberan trillones de huevos y esperma generando una ventisca submarina de pequeños haces que bailan en la corriente y giran en la superficie del agua rosácea y espumosa.

Para las criaturas que viven en el confín entre la tierra y el mar, la supervivencia puede depender del uso de la Luna para predecir los extremos de las mareas. Dos veces al mes (durante la luna llena y la luna nueva), la Tierra, la Luna y el Sol aparecen alineados y la atracción gravitacional combinada de la Luna y el Sol da lugar a mareas muy altas y bajas denominadas «mareas de primavera». Entre unas y otras, la Luna y el Sol permanecen perpendiculares en el cielo y causan las llamadas «mareas nupciales», que son más moderadas, ya que la gravedad del Sol ayuda a anular la atracción de la Luna. Las mareas de primavera son vitales para el *clunio marinus*, que vive en los mantos de algas de las costas rocosas del Atlántico. El lecho marino solo queda expuesto durante la marea más baja, cuando millones de larvas de mosca mediana se convierten en moscas adultas, se aparean, ponen huevos y mueren cuando vuelve a subir el agua, todo ello en apenas unas horas. Otras especies dependen de las mareas altas primaverales, como los cangrejos terrestres japoneses, que bajan de las montañas, donde viven, a tiempo para soltar a su descendencia en el mar.

También en la Tierra muchas criaturas siguen a la Luna, ya sea para coordinar su reproducción con otros individuos como para dar a su prole la mejor oportunidad de supervivencia. Los chotacabras cuerporruín de Norteamérica tienden a salir del

cascarón durante una luna nueva, de manera que cuando los polluelos piden más alimento al cabo de dos semanas los padres pueden cazar insectos a la luz lunar. El ñu del Serengeti usa la Luna para cronometrar la concepción, de forma que los becerros nazcan antes de la migración masiva de la especie, que tiene lugar en mayo o junio. En 2015, los científicos publicaron el primer ejemplo de una planta que se reproduce gracias a la Luna. La *ephedra foeminea*, un pariente sin flores de las coníferas y las cícadas, que atrae a los insectos durante la luna llena exudando gotas de un líquido azucarado que «brillan como diamantes» a la luz de la noche.

A pesar de todos estos ejemplos, la biología apenas ha estudiado los ciclos lunares respecto a los ritmos circadianos. Muchos científicos se siguen mostrando escépticos sobre su relevancia, en especial en lo tocante a la reproducción, y los investigadores que, en cambio, se los toman en serio se quejan de las dificultades que tienen para publicar sus trabajos. Hasta hace poco, buena parte de lo que sabemos procedía de observaciones aisladas, a menudo accidentales, como las de Brown y los camarones de las Bermudas, o las de un biólogo tunecino que vio un nopal peruano floreciendo a la luz de la luna fuera de la ventana de su oficina. Sin embargo, cada vez resulta más evidente que los humanos no son los únicos que miden tiempo valiéndose de la Luna. De los océanos a los desiertos y los bosques, los ciclos lunares se reflejan en todos los rincones del planeta y en todos los ámbitos de la vida.

Pero eso no es todo. Aunque algunos organismos responden a los cambios que se producen en la luz lunar, muchos comportamientos relacionados con esta se mantienen incluso cuando está nublado o en condiciones constantes de laboratorio. En los últimos años, los primeros estudios moleculares sobre estos fenómenos —en su mayoría relativos a especies marinas como el coral, el poliqueto, el *clunio marinus* y el pez conejo— han descubierto que los ciclos lunares regulan de forma directa la biología. De un estudio realizado en 2017 sobre el coral *Acropora gemmifera* de Taiwán se deduce que la actividad de cientos de sus genes varía con la Luna. Algunos de dichos genes se conocían ya

porque participaban en los ciclos circadianos, al igual que en funciones clave como la señalización y la división celular[4]. Otros estudios han identificado fotorreceptores sensibles a la luz lunar. Además de los relojes circadianos, estas especies tienen también relojes lunares internos.

¿Qué sucede con las demás especies o con los seres humanos? La idea de que la Luna influye en nosotros ha sido particularmente controvertida, en parte debido a las teorías de un psiquiatra estadounidense llamado Arnold Lieber, quien, en un libro publicado en 1978 y titulado *El influjo de la Luna*, afirmó que los acontecimientos violentos como los asesinatos o los ingresos en centros psiquiátricos se producían más a menudo durante la luna llena. Basándose en datos policiales y hospitalarios y en antiguas creencias sobre la Luna y su relación con la locura (de ahí el término «lunático»), Lieber argumentó que el comportamiento irracional y agresivo se desencadenaba debido a la gravedad lunar, que atrae agua a nuestras células, igual que hace en los océanos. Sus ideas originaron ciertas creencias populares sobre la vulnerabilidad que el hombre tiene ante la Luna, que siguen estando vigentes, al igual que una furiosa reacción por parte de los escépticos, que insistieron en que las afirmaciones sobre los efectos lunares no solo eran defectuosas desde un punto de vista estadístico, sino también físicamente imposibles. Afirmaron que la atracción gravitatoria que puede ejercer la Luna sobre una persona es ínfima, equivalente a la de una gota de sudor en un brazo. Hace apenas unos años, en 2018, una revista académica describió la idea de que la Luna produce efectos en los humanos como «paranormal».

Pero algunos cronobiólogos sugieren ahora que, aunque no hay pruebas que demuestren la teoría de Lieber sobre los efectos gravitacionales, la desesperación por desacreditar este y otros mitos puede haber llevado a un punto ciego sobre la manera en que Luna influye en nuestra biología. A fin de cuentas, la gama de relojes lunares controlados genéticamente en el reino animal, desde los peces hasta los invertebrados, muestra que estos debieron de originarse en una fecha muy temprana del proceso evolutivo, y

sería sorprendente que no existieran también en el hombre de alguna forma. Además, aunque hoy en día puedan parecernos irrelevantes los cambios en las fases lunares, para los primeros seres humanos el ciclo mensual entre noches oscuras y luminosas podría haber determinado oportunidades para todo, como la caza o el sexo.

En teoría, estos relojes podrían influir en la fertilidad y en la reproducción humanas. Los ensayos que investigan si los nacimientos y los ciclos menstruales varían con la fase lunar han dado resultados dispares, pero es indudable que el período promedio se aproxima mucho al del mes lunar (incluso hay pruebas de que los hombres tienen también ciclos hormonales mensuales). En caso de que haya efectivamente un vínculo, es posible que nuestros ciclos mensuales compartieran un origen común con los relojes lunares de otras especies y que en cierto momento de nuestra historia evolutiva se desvincularan de la Luna. O tal vez el ritmo lunar se ha ido debilitando o ha desaparecido en la sociedad moderna simplemente porque ya no estamos expuestos a las variaciones de la luz de este satélite (en ese caso, el estilo de vida marcado por la iluminación artificial podría estar perturbando la fertilidad, además de estar generando otros problemas de salud)[5].

También puede haber algo de verdad en el vínculo con la salud mental. Desde 2013, varios estudios han descubierto que la calidad del sueño varía en función de la fase lunar —con un sueño más corto y pobre coincidiendo con luna llena— incluso en condiciones constantes de laboratorio, lo que sugiere de nuevo la existencia de un reloj lunar genético. Además, se sabe que la interrupción del sueño puede desencadenar episodios de convulsiones y ataques epilépticos, además de exacerbar ciertas condiciones psiquiátricas como el trastorno bipolar y la esquizofrenia. En la actualidad existen pruebas que relacionan las convulsiones y los ataques epilépticos con la fase lunar. Por otra parte, en un interesante estudio publicado en 2018, el investigador del sueño estadounidense Thomas Wehr hizo un seguimiento de los pacientes con trastorno bipolar y descubrió que los abruptos

altibajos en el estado de ánimo estaban causados por diferentes patrones de sueño que, en apariencia, estaban asociados a los ciclos lunares. Uno de los pacientes, que registró su sueño durante diecisiete años, se iba a dormir a la misma hora cada día, pero se despertaba cada 24,8 horas, coincidiendo con la luna; Wehr sugiere que en lugar de estar guiado por el Sol, el tiempo de vigilia se había vinculado erróneamente al día lunar.

Esta idea debe ser profundizada, pero el trabajo de Wehr pone en evidencia lo poco que sabemos sobre la influencia de la luz y los relojes lunares, incluso en nuestros cuerpos, y sobre las consecuencias que puede tener separarnos de las señales celestes. En cualquier caso, parece que está empezando a reconocerse que Brown tenía razón sobre la omnipresente influencia de la Luna. En todos los dominios de la vida en la Tierra, detrás de los efectos más obvios del Sol, hay un pulso lunar oculto. La Luna permite a los organismos anticiparse a los cambios que se producen en su entorno, como las corrientes de agua o la luz nocturna. Pero, además, está emergiendo como una fuerza que organiza la vida en su globalidad, que, en combinación con los relojes anuales y diarios, hace posible la colaboración entre diferentes individuos y especies y la coordinación puntual de sus actividades.

Así pues, a lo largo de miles de millones de años, los organismos han evolucionado de tal manera que los ritmos del sistema solar están literalmente incorporados a su ADN. En el centro de todos los procesos vivientes, dentro de cada célula, se produce una interminable danza molecular guiada por la luz que nos llega desde el cielo durante el día y la noche, que imita los patrones de la Tierra, la Luna y el Sol.

Pero en la historia de los relojes biológicos hay otro vuelco. Quizá la luz no sea la única señal celeste que recibimos.

* * *

¿Cuál fue la fuerza misteriosa que permitió a las ostras de Brown rastrear el cielo? Brown sabía que sus rivales no se lo tomarían en serio a menos que pudiera sugerirles un mecanismo. Así que pasó

el verano de 1959 vigilando atentamente los rastros de treinta y cuatro mil caracoles que había recogido en las marismas de la costa de Nueva Inglaterra. Se asombró al comprobar que estos podían distinguir entre diferentes direcciones de una brújula. Por si fuera poco, sus preferencias a la hora de orientarse variaban con el tiempo, de acuerdo con el día solar y lunar, y él era capaz de modificar o interrumpir ese comportamiento mediante unos imanes. Al final, Brown pensó que podía explicar la manera en que los animales detectaban la hora local, incluso dentro de un laboratorio, afirmando que estos captaban los cambios diarios que se producían en el campo magnético de la Tierra.

Dicho campo está principalmente generado por el hierro fundido que circula en el interior del núcleo exterior de la Tierra. En general, se conforma como si el planeta contuviera una enorme barra magnética, con el norte en un polo y el sur en el otro, pero también está determinado por factores externos como el clima y la Luna. La radiación del Sol ioniza los átomos en la parte superior de la atmósfera, produciendo electrones libres. Entretanto, el calor generado por el Sol causa vientos de marea que mueven estas partículas cargadas a través de las líneas de campo de la Tierra. La corriente eléctrica resultante crea un magnetismo propio: una onda de veinticuatro horas que se superpone en el campo magnético de la Tierra, que es mayor[6]. Cada día lunar se produce una onda similar, aunque más pequeña, generada por la gravedad de la Luna. Estos efectos interactúan entre sí, generando altibajos en las mareas vivas y muertas. También dependen de la cantidad de luz solar que cae sobre la atmósfera superior, por lo que varían con la latitud y las estaciones.

El campo geomagnético de la Tierra es extremadamente débil, casi cien veces inferior al de un imán de nevera estándar, y las mareas solares y lunares son aún más flojas[7]. Brown fue uno de los primeros investigadores en sugerir que los animales podían tener un sentido magnético (los científicos acababan de descubrir que algunos peces son sensibles a los campos eléctricos), aunque no sabía explicar cómo hacían los moluscos para detectar unos cambios tan sutiles. En cualquier caso, sabía que esa podía ser la

prueba definitiva de su teoría sobre las señales cósmicas externas.

Brown presentó entusiasmado sus resultados en el simposio de relojes biológicos que tuvo lugar en 1960, donde dijo al público que los seres vivos tienen una sensibilidad extraordinaria a campos magnéticos muy débiles[8]. Aunque no podemos verlo, todos estamos inmersos en un océano electromagnético, insistió, con olas, mareas y ondas que se desplazan en función de las posiciones relativas de la Tierra, el Sol y la Luna, manteniendo a los organismos en contacto constante con el estado del sistema solar y la hora del día. «Todavía no podemos explicar estos fenómenos, que enfatizan aún más nuestra ignorancia, nuestra abismal ignorancia sobre algunas de las fuerzas que afectan a la vida», dijo.

La bomba no convenció a sus rivales, al contrario, ya que estos se mostraron incluso más duros con él. En el preciso momento en que se estaban estableciendo unos rigurosos principios para el estudio de los relojes bioquímicos internos, la idea de que pudiera existir un fino sentido magnético —que recordaba a afirmaciones ampliamente desacreditadas como la del magnetismo animal— superaba cualquier límite. Pero, aunque rechazaron en público a Brown, no ignoraron por completo su idea. Al contrario.

Lo que rara vez se menciona hoy en día sobre el famoso búnker de Aschoff y Wever, que fue construido apenas unos años después, es que este no contenía un único apartamento, sino dos. Las unidades paralelas eran casi idénticas, con camas a juego, cocinas y tocadiscos. Pero también había una diferencia muy importante: una de ellas estaba completamente encerrada en una pesada cápsula de corcho, alambre enrollado, lana de vidrio y acero que no dejaba pasar las radiaciones electromagnéticas: cualquiera que viviera en el interior estaba completamente aislado del campo magnético de la Tierra. El objetivo era demostrar que el blindaje no afectaba en nada a los relojes biológicos de los voluntarios, y probar, de una vez por todas, que Brown estaba equivocado.

Entre 1964 y 1970, más de ochenta voluntarios pasaron por las dos unidades[9]. Tal y como Aschoff había predicho, sus ritmos

circadianos se mantuvieron, pero también se produjo un problema; los resultados diferían en los dos grupos. En el búnker que no estaba blindado, es decir, aislado de los relojes y de la luz solar pero expuesto a los campos magnéticos, el sueño de los voluntarios y los patrones de vigilia se alejaron del día solar y alcanzaron un período promedio de 24,8 horas. Pero en el caso de los campos magnéticos bloqueados los ciclos circadianos de los voluntarios se deterioraron aún más. La duración de su día se alargó. Hubo muchas más diferencias entre individuos y sus ritmos eran mucho más propensos a desacoplarse. Como ya hemos dicho, Aschoff defendió la desincronización como uno de sus descubrimientos clave. Sin embargo, a lo largo de esos seis años, esta *solo se produjo en el búnker blindado*, aislado del campo magnético de la Tierra. Wever descubrió que, si exponía a los voluntarios a un campo artificial similar, todos esos efectos se invertían.

Los resultados demostraron que, a pesar de que tenemos un reloj interno que funciona de forma independiente, ajena a cualquier información electromagnética procedente del mundo exterior, la historia no se detiene ahí. Incluso si los voluntarios no podían percibir de forma consciente el magnetismo débil y evanescente de la Tierra, los resultados apuntaban a que sus cuerpos podían sentirlo de alguna forma y que esto tenía un profundo impacto en el funcionamiento de sus relojes biológicos. Wever publicó los datos en los años setenta, en una serie de documentos que ahora resultan poco claros; fue un «resultado notable», dijo, la primera evidencia científica de que los humanos están sometidos a la influencia de los campos magnéticos naturales. Pero Aschoff no les puso nombre ni mencionó siquiera el experimento del blindaje o el aparente papel que desempeñaban los campos electromagnéticos en ninguno de sus trabajos sobre la desincronización. La existencia de la segunda cámara cayó casi por completo en el olvido y la investigación sobre el ritmo circadiano prosiguió como si el experimento sobre el magnetismo nunca hubiera tenido lugar.

Al mismo tiempo que esos investigadores ignoraban cualquier posible vínculo con el magnetismo, otros biólogos se veían

obligados a abordar sus efectos, a pesar de las dudosas connotaciones. Dichos científicos estaban estudiando la asombrosa habilidad que demostraban muchos animales para navegar a través del planeta, desde las tortugas y las salamandras a las aves y las abejas. ¿Cómo era posible que millones de mariposas monarca encontraran cada año un camino que se extendía durante miles de kilómetros y que las llevaba de Norteamérica a un bosque de abetos situado en el centro de México? ¿Cómo era posible que las tortugas bobas hembra, después de crecer en medio del océano, volvieran a desovar a la misma playa donde habían nacido hacía más de diez años? ¿Cómo era posible que las palomas de carreras regresaran volando a sus casas desde lugares distantes, donde jamás habían estado?

En la década de 1950, los biólogos empezaron a darse cuenta de que muchas especies eran expertas en descifrar las señales celestes. Las mariposas siguen al Sol, las polillas a la Luna. Los estorninos se orientan hacia el norte gracias al polo celeste, a cuyo alrededor giran las estrellas. Los escarabajos peloteros hacen rodar sus bolas de estiércol en línea recta y para ello siguen el haz resplandeciente de la Vía Láctea. Los animales suelen combinar estas señales visuales con la información que reciben de sus relojes circadianos, que les permiten compensar la hora del día. Al igual que los antiguos marineros, los animales están atrapados en el lugar que ocupan en un cosmos más vasto y se valen del cielo que los rodea, no solo para saber la hora, sino para navegar alrededor del globo.

En cualquier caso, esto seguía sin ser suficiente para explicar el comportamiento de muchas especies, entre ellas varias que sabían encontrar el camino incluso con el cielo nublado[10]. Por lo visto, algunas detectan patrones en la luz solar polarizada e incluso lunar, lo que les permite identificar la posición de esos cuerpos celestes a través de las nubes. En 1972, un estudiante de posgrado alemán llamado Wolfgang Wiltschko mostró que los campos magnéticos artificiales similares a los de la Tierra podían interrumpir o alterar la dirección en la que los petirrojos intentaban migrar. Fue el comienzo de una avalancha de pruebas

que evidenciaron que los animales son sensibles a las líneas de campo magnético que se generan mientras la Tierra gira en el espacio. Los ratones de campo y las ratas topo las usan cuando anidan; el ganado y los ciervos orientan sus cuerpos a lo largo de ellas mientras pastan; los perros —por razones desconocidas— prefieren apuntar hacia el norte o hacia el sur cuando orinan o defecan. Otras especies, como las tortugas, parecen tener incluso un sentido de mapa magnético que les indica, además de la dirección, la posición. Varias décadas antes, la telepatía y la clarividencia estaban consideradas como cuentos chinos y el caballo Clever Hans había sido denunciado por ser una estafa. En ese momento, sin embargo, los organismos estaban sacando a la luz otras habilidades que quizá eran igualmente impresionantes. Según parece, la vida está de verdad conectada con un mundo invisible y electromagnético.

Como era de esperar, al principio el escepticismo fue enorme. Se pensaba que los campos magnéticos naturales eran demasiado débiles para influir en el tejido biológico, de manera que ¿cómo podía detectarse su señal? Bueno, la vida encuentra la manera. O, a decir verdad, varias maneras. Los peces tienen una solución eléctrica: utilizan redes de canales llenos de gelatina para medir el flujo de la corriente mientras nadan a través de un campo (deben estar sumergidos en el agua para completar el circuito, así que la solución no funciona en tierra). Otro método implica fuerzas físicas: en 1975, los investigadores descubrieron una bacteria «magnetotáctica» que utiliza cadenas de pequeños cristales magnéticos —de un mineral llamado magnetita—como las agujas de una brújula para moverse en las líneas de campo magnético y en el barro donde vive y se alimenta. Algunos investigadores creen que en animales como las aves y las abejas unos cristales similares podrían permitir la «magnetosensibilidad» ejerciendo presión mecánica sobre las neuronas mientras tratan de alinearse con la Tierra, aunque esos receptores aún no se han identificado de manera definitiva. En 1978 el biofísico alemán Klaus Schulten sugirió una tercera posibilidad después de estudiar una clase de reacciones químicas confusas influidas por efectos cuánticos. Los

electrones tienen una propiedad cuántica que los físicos llaman «espín» y Schulten estaba investigando la manera en que la energía luminosa puede desencadenar la formación de una especie de pares de «radicales», moléculas con electrones solitarios que pueden girar en la misma dirección o en la opuesta. Los dos estados de espín son químicamente diferentes y la cantidad de tiempo que los electrones pasan en cada estado puede estar determinada por los campos magnéticos. Así que, incluso si un campo es demasiado débil para influir de forma directa en una reacción química, la luz crea un estado de excitación que le permite activar el resultado de una manera u otra. Imagina una mosca incapaz de mover un bloque de piedra volando hacia él. Si dejas el bloque en equilibrio sobre su borde, la mosca, golpeándolo en la posición y en el momento adecuados, podría inclinarlo y crear un efecto mucho mayor.

Era un ejemplo de lo que todos habían considerado imposible: el mecanismo mediante el cual un campo magnético extremadamente débil puede producir señales químicas lo suficientemente grandes para que el sistema nervioso pueda detectarlas. «Pensé, bueno, tal vez es la brújula interna que buscaban los biólogos», dijo Schulten. Pero no se conocían receptores capaces de formar pares de radicales en los organismos vivos y cuando presentó su teoría a la revista *Science*, la rechazaron de inmediato. «Un científico menos audaz», dijo un revisor, «habría arrojado la obra a la papelera».

Al cabo de dos décadas, unos biólogos que estaban estudiando la mosca de la fruta descubrieron unas proteínas denominadas criptocromos, que forman pares radicales cuando se exponen a la luz azul. En la actualidad se sabe que los criptocromos son comunes en los organismos; se encuentran en las plantas, en los peces, en las antenas de los insectos y en la retina de los mamíferos y los pájaros. Y está bastante demostrado que en varias especies los criptocromos participan en la detección magnética y en la navegación. Los investigadores han sugerido que esto permite a los pájaros «ver» líneas de campo magnético, quizá percibiendo una imagen más brillante si van en cierta dirección.

Los seres humanos también tienen criptocromos. Hasta hace

poco, la mayoría de los científicos sostenía que las personas no podían sentir los campos magnéticos, pero en 2011 unos investigadores pusieron la proteína criptocromo humana en moscas de la fruta que carecían de ella y descubrieron que esta restablecía perfectamente la habilidad de la detección magnética. De la mosca de la fruta nos separan trescientos millones de años de evolución, así que es muy poco probable que la función de la proteína se hubiera conservado de forma tan efectiva si los humanos no la estuvieran utilizando con la misma finalidad. El hallazgo insinúa que Wever tenía razón: aunque no lo percibamos, nuestros cuerpos son sensibles a los campos magnéticos[11]. Y esto es lo interesante.

En realidad, los criptocromos son más conocidos como magnetosensores, pero por una razón muy diferente: son componentes cruciales de los relojes biológicos[12].

El descubrimiento de que la «maquinaria» de los relojes biológicos es sensible al magnetismo es todavía muy reciente y todavía no está claro si los campos magnéticos influyen en sentido del tiempo ni cómo lo hacen. Una teoría es que, al menos algunas especies como las abejas, marcan la hora mediante las variaciones diarias de las mareas en el campo de la Tierra, como Brown sugirió en un principio. Otros piensan que el vínculo puede estar relacionado con la manera en que los relojes resisten a los cambios de temperatura, una cuestión que planteó Brown y que nunca se ha acabado de resolver. Si pierdes la compensación de la temperatura, esperas que los ritmos del cuerpo continúen, pero de forma menos estable, más variable, y que empiecen a desajustarse, como descubrió Wever en el búnker protegido de los campos magnéticos. Tal vez sea una señal externa después de todo —el campo magnético de la Tierra— la que permite que los relojes biológicos funcionen con independencia de la temperatura: sin dirigir necesariamente el comportamiento, sino proporcionando el «tic» fundamental del reloj.

* * *

Cuando los físicos desterraron el éter, no solo pusieron punto final

a una teoría científica obsoleta, en realidad hicieron algo mucho más grande. La creencia centenaria de que un fluido fantasmagórico impregnaba el universo y se difundía a través del espacio y de toda la materia, apuntaló una visión de la realidad en la que la Tierra, los planetas y las estrellas estaban físicamente conectados. Al igual que el «alma del mundo» de los filósofos griegos, este fluido era en su origen una influencia divina que se irradiaba a través del cosmos. «Sugiere la existencia de cierta simpatía entre Dios y el hombre; entre el hombre y la estrellas», como dijo un historiador, y significaba que entender los movimientos de las estrellas y los planetas era crucial para todos los aspectos de la existencia, incluida la salud humana. (A menudo se piensa que la anotación «Rx», que todavía aparece en las recetas médicas, es una abreviatura de «receta», pero en realidad es una corrupción del antiguo símbolo asociado al dios romano Júpiter. Se puede ver como una llamada a la curación del cosmos).

La ciencia y la medicina modernas rompieron el vínculo entre la vida y el cosmos. La ciencia pasó de la credulidad al escepticismo y, por tanto, a exigir mecanismos físicos en lugar de influencias sutiles. Pero, por encima de todo, creó un modelo de organismos vivos, en especial humanos, en los que estos eran en esencia entidades aisladas, ajenas de los trabajos astronómicos. Podemos ver y medir el universo, pero no estamos físicamente relacionados con el Sol y la Luna, no digamos con los planetas o las estrellas. Esta filosofía ha conformado el progreso de la ciencia desde entonces, desde los pronunciamientos de Auguste Comte, quien negaba que fuera posible conocer el funcionamiento de las estrellas, a la firmeza con que los científicos que investigaban los relojes circadianos se concentraban en los mecanismos internos y desdeñaban las señales cósmicas.

Este modo de pensar ha determinado también nuestro estilo de vida moderno. En la actualidad estamos más distanciados de los ciclos del sistema solar que nunca: la vida urbana puede parangonarse con una existencia en una burbuja iluminada de forma artificial, con la temperatura controlada, los días flexibles y las estaciones marcadas tanto por los árboles navideños y los

huevos de Pascua como por las señales celestes. En ciudades como Las Vegas o Singapur es posible caminar varios kilómetros entre casinos o centros comerciales subterráneos sin ver el cielo en ningún momento. Vivimos como si fuéramos seres autónomos y separados, capaces de trabajar, dormir o comprar cuando queremos, sin tener en cuenta el Sol o la Luna. Esto nos ha proporcionado un confort y una libertad sin precedentes, pero, como hemos visto, es posible que el precio a pagar sea nuestra salud física y mental.

El bloqueo de los ciclos naturales de la Tierra también está dañando a otras especies. La contaminación lumínica nocturna afecta en este momento a más de una quinta parte de la superficie terrestre, alterando la migración de las aves y las tortugas, la alimentación de los murciélagos, la cría de anfibios, la migración del plancton y el crecimiento de las plantas, matando millones de insectos, a tal punto que los investigadores afirmaron en 2018 que esta debería considerarse una amenaza global equivalente al cambio climático. Los efectos del ruido que producen nuestras transmisiones y dispositivos electrónicos aún están empezando a conocerse, pero los científicos descubrieron recientemente que una débil radiación de radiofrecuencia, a unos niveles que en el pasado se consideraban sin efectos biológicos, perturba los relojes y las brújulas de los insectos, los ratones y las aves (un equipo de investigación de una universidad alemana descubrió que la radiación de fondo en el campus anulaba el sentido magnético de los petirrojos que estaban tratando de estudiar).

La visión de Brown siempre fue diferente: imaginaba a los seres vivos como parte continua de un cosmos electromagnético, a través de la naturaleza de los átomos y electrones de los que estaban compuestos. Según dijo, «no hay un límite definido» entre los campos electromagnéticos de un organismo y los de su entorno geofísico. «El organismo y su entorno físico parecen fusionarse íntimamente durante el tiempo vital». Nunca renunció a sus ideas (aunque reconoció que las señales externas debían de funcionar conjuntamente con alguna forma de reloj interno), y con los años se convenció de que los organismos utilizaban señales

electromagnéticas para percibirse entre ellos y para captar el entorno más amplio. Un cronobiólogo recordó más tarde que en una conferencia celebrada en noviembre de 1979, el público, en el que se encontraba Aschoff, reaccionó con un silencio avergonzado cuando Brown dio «una charla incoherente en la que afirmó seriamente que dos plantas colocadas en dos cámaras ambientales separadas y muy cercanas entre sí, influían recíprocamente en sus ritmos circadianos».

Brown murió junto al mar, en Woods Hole, Massachusetts, en 1983. A medida que sus rivales iban transformando la biología con el estudio de los relojes circadianos, entró en la historia como el viejo tonto de la cronobiología. Sin embargo, desde su muerte la ciencia ha dejado de considerar ridículos muchos de sus hallazgos e incluso los ha aceptado. En 1987, el biólogo estadounidense Kenneth Lohmann, que en la actualidad es una figura relevante en la investigación sobre la magnetorrecepción, demostró que la manera en que las babosas marinas se orientan hacia el campo geomagnético varía en función de la fase lunar, algo muy similar a lo que Brown había explicado sobre los caracoles del cieno y los gusanos planos hacía casi tres décadas. En 2012, unos botánicos italianos descubrieron que las plantas de chile pueden percibir a sus vecinos e identificar a sus parientes incluso cuando las señales químicas, de luz y de temperatura y el contacto físico están bloqueados. Los investigadores llegaron a la conclusión de que las plantas estaban utilizando unos mecanismos de comunicación que nunca habían sido estudiados, tal vez unas señales magnéticas o acústicas cuánticas. El equipo dijo que, al igual que todos los organismos vivos, «las plantas han evolucionado y se han adaptado a un entorno rico en ondas geofísicas naturales y fluctuantes». Tiene sentido que se aprovechen de ellas.

De la misma forma que los físicos cuánticos comprendieron a principios del siglo XX que estamos unidos al universo que habitamos, los biólogos se ven obligados a llegar a la misma conclusión. De las bacterias y las plantas de semillero a las tortugas y los seres humanos, los movimientos del Sol, la Luna e incluso las estrellas son algo más que simples hechos remotos objeto de

observación. En realidad, influyen directamente en nuestro entorno más inmediato… y en nosotros. Para que nuestros cuerpos y cerebros funcionen de forma correcta, necesitamos estar en contacto con los patrones cambiantes de luz, temperatura y campos magnéticos.

Las fluctuaciones regulares causadas por los movimientos del sistema solar podrían haber gobernado y estructurado los procesos biológicos desde la aparición de la vida en la Tierra. Ahora lo dirigen todo, desde los cambios individuales de humor o de sueño a los enormes patrones de migración, reproducción y depredación en todo el mundo. Se trata de una compleja red de respuestas que estamos empezando a entender. «Una de las lecciones más obvias que los animales nos han enseñado en las últimas décadas», dijo el eminente biólogo de Princeton James Gould, «es que mucho de lo que parece ser mero "ruido" es, en realidad, un comportamiento demasiado sutil para nuestra comprensión o imaginación actuales». Entretanto, varios investigadores no descartan la posibilidad de que la influencia se produzca a mayor distancia: es el caso, por ejemplo, de la idea de que los temblores del sistema solar en nuestra galaxia causaron patrones de extinciones masivas a lo largo de la evolución[13], o de la posibilidad de que los efectos de las mareas de los planetas desencadenen tormentas solares nocivas.

«Solo hay un universo», escribió Brown en 1977, unos años antes de morir. «La cosmobiología es un campo que debe ser y será explorado». Es el tipo de comentario que lo marginó como un excéntrico descarriado, pero, en mi opinión, no iba nada desencaminado. Se equivocó en algunas cosas, pero creo que vio una verdad fundamental sobre la naturaleza de la vida y nuestra relación con el cosmos, cuyas consecuencias solo estamos empezando a comprender.

XI

Extraterrestres

El 27 de diciembre de 1984 fue un cálido día de verano en el campo de hielo del lejano oeste de la Antártida, sin los vientos que suelen soplar y la temperatura rondando los –20 ˚C. El hielo allí forma una vasta llanura que deslumbra con la luz del sol y está ligeramente teñida de azul. La geóloga Roberta Score y sus compañeros pasaron la mañana patrullando por la zona en motos de nieve, yendo de un lado a otro durante horas en formación de búsqueda a unos treinta metros de distancia. La monótona rutina podía adormecer los ojos y el cerebro, así que justo antes del mediodía el jefe del equipo, John Schutt, propuso que hicieran un descanso y el grupo se desvió hacia una escarpada próxima, rodeada de pináculos de hielo tallados por el viento que parecían olas gigantes y congeladas.

Después de disfrutar de la vista desde la cima de la cresta, los geólogos regresaron a su área de búsqueda, teniendo cuidado para evitar las simas en el hielo y los montones de nieve arrastrados por el viento. Score lo vio en ese momento: una mancha verde y oscura contra el azul resplandeciente. Detuvo la motonieve y agitó los brazos para alertar a los demás. Allí, en la antigua extensión de hielo virgen, se encontraba lo que habían estado buscando: un mensajero procedente de las profundidades del espacio.

Los escombros cósmicos han llovido sobre la Tierra desde su formación. Los antiguos egipcios consideraban que las rocas eran regalos de los dioses y fabricaron cuentas y dagas con el hierro meteorítico, siglos antes de que ese metal se pudiera fundir en la Tierra. Aristóteles supuso más tarde que las piedras «que caían

del aire» debían de haber sido transportadas por el viento. Solo en el siglo XIX los científicos aceptaron que las piedras podían caer del cielo: son piezas físicas de objetos celestes que recibimos directamente y que contienen pistas sobre el pasado del sistema solar.

Además de decenas de miles de toneladas de polvo, se estima que cada año caen sobre la Tierra muchos miles de guijarros y rocas más grandes, en su mayoría fragmentos de los antiguos asteroides que chocan y se estrellan en un cinturón que se encuentra entre Marte y Júpiter. Solo se ve una pequeña parte de esas caídas y la mayor parte del material se pierde en los bosques u océanos o se va deshaciendo hasta convertirse en polvo. Pero en algunas áreas remotas, como los campos de hielo de la Antártida, esos visitantes se pueden conservar durante miles de años. En la década de 1970, la agencia espacial estadounidense, NASA, organizó una misión para encontrarlos.

En 1978, Score respondió a un anuncio de trabajo del nuevo laboratorio de meteoritos antárticos del Centro Espacial Johnson de la NASA en Houston, Texas, y seis años después hizo su primer viaje a la Antártida. Tras realizar un entrenamiento de supervivencia en la estación McMurdo, en la Isla Ross, ella y otros cinco cazadores de meteoritos fueron llevados en helicóptero a los remotos campos de hielo de Allan Hills, a doscientos cincuenta kilómetros de distancia. Pasaron las siguientes seis semanas viviendo en tiendas de campaña «Scott» para dos personas: unas pirámides de color amarillo brillante que se aferran al hielo y pueden soportar vientos huracanados. Era el mes de diciembre, estaban en pleno verano, de manera que el sol nunca se ponía, y pasaron largos y resplandecientes días montados en las motos de nieve, atentos a las rocas, alimentándose con barras de chocolate o pasas, porque era lo único que no se congelaba. En Nochebuena se apiñaron en una tienda para dar buena cuenta de un festín consistente en jamón, langosta, camarones y ñames que calentaron con la estufa.

Cuando Score hizo su hallazgo al cabo de tres días, el equipo había recogido más de cien meteoritos, pero la investigadora pensó

de inmediato que el suyo era especial. Era grande, del tamaño de un pomelo, y destacaba por su color verde intenso contra el fondo de hielo azul uniforme. Schutt y ella lo metieron en una bolsa de nailon esterilizada, que sellaron con cinta de teflón. En las notas de campo, además de apuntar que la roca tenía un aspecto «impresionante» y que estaba parcialmente cubierta por una corteza negra (donde la capa exterior de la roca se había derretido al caer a través de la atmósfera terrestre), no pudieron resistirse a añadir el comentario «¡Guau!». «Esperad a verlo», dijo Score a sus compañeros cuando regresó a casa.

De nuevo en Houston, Score se dedicó a numerar los hallazgos que había efectuado el equipo, usando el prefijo ALH84 (correspondiente a la ubicación, Allan Hills, y al año de la expedición). Como quería que su roca misteriosa de color verde se revisara en primer lugar, la puso al principio de la lista, pero al desembalarla se llevó una decepción, porque, después de todo, le pareció ordinaria, un simple pedazo de cemento gris. Aquel color verde que tanto le había llamado la atención podría deberse a las gafas de nieve coloreadas o la luz. El ALH84001 fue clasificado más tarde como un pedazo de asteroide irrelevante y fue enviado a los almacenes del laboratorio.

Al cabo de una década, sin embargo, el meteorito se convirtió en una verdadera sensación mundial y su nombre saltó a la fama. Los investigadores de la NASA comprendieron por fin que se trataba de un pedazo del antiguo Marte, mucho más antiguo que cualquier otra roca planetaria descubierta hasta la fecha, que, además, contenía un secreto tan explosivo que motivó un sincero discurso del presidente de los Estados Unidos. El hallazgo causó una tormenta mediática mundial, desató teorías de conspiración y tramas de ciencia ficción, cambió el futuro de la NASA e hizo nacer un nuevo ámbito científico, la astrobiología: el estudio de la vida extraterrestre. A pesar de que los científicos aún siguen preguntándose qué es lo que contiene la roca que Score encontró ese día de verano en la Antártida, nuestro conocimiento de la vida —en la Tierra y en el vasto cosmos—, nunca será el mismo.

* * *

¿Estamos solos en el universo? Esta es una de las mayores preguntas que los humanos se han hecho desde siempre, de planteamiento nada sencillo, aunque lo parezca, porque la posibilidad —tanto si somos la única chispa vital en la estéril eternidad de la existencia o tan solo una flor en una red cósmica de vida mucho mayor— es casi demasiado grandiosa para que podamos entenderla. Además, se nutre de otras investigaciones sobre quiénes somos y sobre el significado de nuestra existencia: ¿Qué es la vida? ¿Es la humanidad especial? ¿Por qué estamos aquí?

Las respuestas a estas preguntas han variado a lo largo de la historia, al ritmo de sus creencias filosóficas y religiosas. Las antiguas civilizaciones veían dioses, espíritus y almas en el cielo. Pero la idea de extraterrestres habitando otros planetas o sistemas solares es también sorprendentemente antigua, se remonta, al menos, a la Grecia clásica. Los seguidores de la escuela filosófica atomista, que creían que la realidad estaba compuesta de diminutas partículas indivisibles, sostenían que en el universo había infinitos átomos y, por tanto, infinitos mundos. «Considerar a la Tierra como el único mundo poblado en el espacio infinito es tan absurdo como afirmar que en un campo entero sembrado de mijo solo crecerá un grano», escribió el filósofo Metrodoro de Quíos en el siglo IV a. C.

En las cosmologías de Platón y Aristóteles, que llegaron a dominar el pensamiento occidental, no había espacio para otros mundos ni para la vida extraterrestre: Platón argumentó que un creador único implica una creación única; Aristóteles insistió en que todos los elementos encontrarán su lugar natural alrededor de un único centro, la Tierra. Así pues, los extraterrestres fueron relegados a la ciencia ficción. En el siglo II, el satírico Luciano de Samósata escribió la historia más antigua que se conoce sobre viajes interplanetarios —una sátira contra los autores que contaban historias exageradas sobre viajeros— en la que un torbellino lo llevaba a la luna y allí se encontraba con hombres que cabalgaban

pájaros de tres cabezas y luchaban contra los habitantes del sol.

La Iglesia cristiana aplicó las enseñanzas de Platón y Aristóteles centradas en la Tierra elevándolas al rango de ley, de manera que durante varios siglos, al menos en Occidente, estuvo prohibido especular incluso sobre la existencia de vida en otros lugares. La situación empezó a suavizarse en 1277, cuando el obispo de París declaró que era herejía afirmar que Dios no podía crear varios mundos si lo deseaba. Pero la puerta se abrió realmente con la aparición de la astronomía moderna. Según el historiador de la ciencia Michael Crowe, cuando Copérnico presentó su modelo heliocéntrico del sistema solar, «nuestra Tierra se transformó en un planeta y las estrellas en otros soles». Si nuestro sistema solar es uno más entre tantos, ¿por qué no puede haber vida en los demás?

En 1584, cuatro décadas después de la muerte de Copérnico, el fraile italiano Giordano Bruno describió un universo compuesto de «innumerables» soles y tierras habitados por seres vivos. Varias décadas más tarde, las observaciones que hizo Galileo con el telescopio —montañas lunares, lunas de Júpiter— confirmaron la existencia de otros mundos, al menos en nuestro sistema solar. La idea de vida extraterrestre fue, si no aceptada, al menos considerada por estudiosos como Descartes y Kepler (que escribió una novela sobre plantas y monstruos en forma de serpiente que vivían en la Luna) y por el propio Galileo. En 1698, el astrónomo Christiaan Huygens teorizó sobre la manera en que los organismos podían adaptarse a entornos celestes como el oscuro y frío Marte. Como dice Crowe: «La era de los extraterrestres había comenzado».

El entusiasmo por los extraterrestres alcanzó la cima durante la Ilustración. A medida que se iba haciendo evidente la enorme extensión del cosmos, muchos consideraban imposible que no existiera vida, incluso vida inteligente, en algún lugar. Figuras prominentes como Immanuel Kant y Benjamin Franklin estaban a favor; el erudito y jurista Montesquieu especuló sobre las leyes extraterrestres. En 1752, Voltaire satirizó sobre la supuesta inteligencia de la humanidad en un cuento corto donde aparecía un extraterrestre dotado de más de mil sentidos.

Buena parte del debate giró en torno a una pregunta central: ¿la creación divina abarcó todo el universo (lo que llevaba a considerar a la humanidad como una simple parte de un plan mucho mayor) o Dios creó el cosmos con la única intención de ponernos en él? Thomas Paine se inclinó por la primera suposición cuando rechazó el cristianismo y abrazó el deísmo en *La era de la razón*. Otro argumento popular era que Dios no podía haber desperdiciado su trabajo creativo dejando amplias áreas del cosmos deshabitadas. Durante el siglo XIX, el astrónomo escocés Thomas Dick llevó este principio al extremo cuando calculó las probables poblaciones de extraterrestres en los diferentes cuerpos celestes en función de su superficie: de cuatro mil millones de individuos en la Luna a varios billones en los anillos de Saturno.

Entre las figuras que se manifestaron en contra se encontraba el filósofo y científico William Whewell, quien en 1853 argumentó que el hecho de que el universo se ajustara tan bien a nuestras necesidades probaba que Dios lo había diseñado exclusivamente para nosotros. Charles Darwin desdeñó esa opinión y en privado consideró una «muestra de arrogancia» que Whewell pensara que el sistema solar se adaptaba al hombre y no al revés. Pero el cofundador de la teoría de la selección natural, el biólogo Alfred Russel Wallace, al final convino con Whewell. «El fin y el propósito supremos de este vasto universo era la creación y el desarrollo del alma viviente en el cuerpo perecedero del hombre», concluyó Wallace en 1903.

Durante cierto tiempo se pensó (al menos los entusiastas lo hicieron) que las mejoras introducidas en los telescopios nos acercarían a los extraterrestres. Ya en la década de 1770, William Herschel, pionero de la astronomía estelar, creía ver bosques y edificios circulares en la Luna; en la actualidad, los historiadores piensan que esta convicción fue lo que le incitó a construir los telescopios extremadamente potentes a los que debe su fama. En 1822, el astrónomo bávaro Franz von Paula Gruithuisen aseguró que había visto una gran ciudad lunar amurallada. En 1834, el periódico *Sun* de Nueva York publicó una serie de artículos ficticios que, sin embargo, engañaron a mucha gente, en los que afirmaba

que el célebre astrónomo John Herschel (hijo de William), que se encontraba en Sudáfrica estudiando el cielo meridional, había espiado a los habitantes de la Luna, entre los que había anfibios esféricos, unicornios azules y personas aladas con la cara amarilla[1].

Herschel se sintió mortificado por el engaño, pero estaba convencido de que el sistema solar estaba lleno de vida. En los años sesenta del siglo XIX, sugirió que los objetos gigantes en forma de hoja que se veían en la superficie del Sol eran «enormes peces fosforescentes». «Las humanidades celestes han dejado de ser un mito», comentó Camille Flammarion, el astrónomo francés superventas, al cabo de unos años. «El telescopio nos pone en contacto con sus países; el espectroscopio nos permite analizar ya el aire que respiran». A principios de siglo, el empresario estadounidense Percival Lowell, que se había convertido en astrónomo por influencia de los libros de Flammarion, construyó un observatorio en Arizona (donde más tarde se descubrió Plutón) y lo utilizó para averiguar más detalles sobre lo que, en su opinión, eran redes de vías navegables artificiales.

Pero la ola de optimismo se interrumpió bruscamente. Los avistamientos de extraterrestres no resistieron el escrutinio y a mediados del siglo XX los científicos que usaban métodos mejores de espectroscopia y astronomía infrarroja se dieron cuenta de que la Luna estaba muerta y de que las condiciones en Marte eran mucho más duras de lo que se pensaba. La posibilidad de que existieran plantas marcianas (tal vez algún tipo de liquen) todavía era ampliamente aceptada, pero las imágenes de las sondas que fueron enviadas a Marte en los años sesenta mostraron un mundo desolado y estéril y las esperanzas se vieron al final frustradas cuando los Vikings de la NASA aterrizaron en 1976. Antes de la misión, el astrónomo y divulgador científico Carl Sagan entusiasmó al público con la idea de la posible existencia de marcianos tan grandes como osos polares. «La posibilidad de vida, incluso de grandes formas de vida, no está, en absoluto, fuera de discusión», dijo. Pero ninguna criatura pasó por delante de las cámaras de la sonda de aterrizaje. Sus instrumentos revelaron que la atmósfera era cada vez más fina y, al carecer de un campo magnético

protector, la superficie del planeta era azotada por unos niveles letales de radiación solar.

Es más, a pesar de los aparentes resultados positivos de los experimentos que iban en busca de signos de metabolismo extraterrestre, las demás pruebas no detectaron elementos orgánicos —moléculas con una columna vertebral de carbono— en el suelo. Dado que la vida en la Tierra se basa en elementos orgánicos, daba la impresión de que los resultados positivos anómalos debían de tener una explicación puramente química. Aunque no todos los investigadores que participaron en los experimentos estuvieron de acuerdo, la conclusión de la NASA fue clara: no había evidencia de vida en Marte.

Marte fue visto como un caso de prueba, el lugar conocido más similar a la Tierra en el sistema solar: si había organismos en otro lugar, tenía que ser ahí. Así que los resultados negativos supusieron un duro revés, no solo para las posibilidades de vida marciana, sino para la existencia de vida en el universo en general. «Dado que Marte ofrecía el hábitat más prometedor para la vida extraterrestre en el sistema solar», escribió Norman Horowitz, quien dirigió uno de los experimentos Viking en 1986, «ahora es prácticamente seguro que la Tierra es el único planeta con vida en nuestra región de la galaxia».

Entretanto, los biólogos que estudiaban la vida en la Tierra empezaban a comprender que los requisitos necesarios para su origen eran asombrosamente improbables y complejos. Desde la decodificación de la estructura del material hereditario de la vida, el ADN, que se había llevado a cabo en los años cincuenta, habían descubierto la intrincada danza que tiene lugar entre el ADN, el ARN y las proteínas necesarias para codificar y transmitir información de una generación a otra, además de los mecanismos de múltiples capas que ejecutan las instrucciones genéticas en el interior de una célula. Para muchos, las posibilidades de que un sistema semejante pudiera surgir de forma espontánea de la nada eran tan ínfimas que no podía haber ocurrido más de una vez, una opinión basada en los estudios genéticos que evidencian que toda la vida conocida en la Tierra desciende de un solo ancestro.

Hoy en día, la pregunta crucial respecto a la vida en otros lugares no se reduce a Dios, sino a las estadísticas: ¿es posible que la vida surja corrientemente, dada la posibilidad de que sea así, o es la Tierra una extraordinaria casualidad? El balance de la evidencia parecía sugerir lo último. En los años ochenta, Francis Crick, codescubridor de la estructura del ADN, describió el origen de la vida como «casi un milagro»[2]; el geólogo Euan Nisbet resumió la visión predominante de la vida como «un extraordinario accidente en un planeta extremadamente especial»; el biólogo Jacques Monod, ganador del Premio Nobel, declaró que «el hombre sabe por fin que está solo». La búsqueda de vida extraterrestre podía atraer a los fanáticos de la ciencia ficción y a los teóricos de la conspiración, pero había dejado de ser un tema serio de investigación científica. Como dice el cosmólogo y autor de superventas Paul Davies: «También podríamos habernos interesado en buscar hadas».

Pero entonces salió de los almacenes el ALH84001.

* * *

David Mittlefehldt nunca tuvo intención de unirse a la caza de extraterrestres. Era un geólogo que trabaja en el Centro Espacial Johnson de la NASA, al que le interesaban los asteroides y lo que estos podían revelar sobre las condiciones existentes en los orígenes del sistema solar. En 1988 pidió al laboratorio de Score que le diera varias piezas de asteroide para estudiarlas y una de las muestras que le enviaron era del ALH84001.

Mittlefehldt examinó la composición de las muestras de roca disparándoles haces de electrones para que ciertos elementos emitieran patrones característicos de radiación. Los resultados del ALH84001 lo confundieron en un primer momento, porque no coincidían con los de las otras muestras de asteroides que estaba estudiando. Tardó varios años en aceptar la razón: la roca había sido mal identificada. De hecho, su composición coincidía con la de un pequeño grupo de meteoritos conocidos como SNC, llamado así por las tres piedras que cayeron en Shergotty, la India; El

Nakhla, Egipto, y Chassigny, Francia. Otros investigadores habían mostrado hacía pocos años que la mezcla de gases atrapados que contenían coincidía perfectamente con la atmósfera de Marte, de acuerdo con las mediciones efectuadas por las sondas Viking. Así pues, las rocas no procedían de ningún asteroide sino de Marte.

Debían de haber sido lanzadas desde la superficie de Marte por un asteroide o por impactos de cometas. La probabilidad de que las rocas lanzadas a la inmensidad del espacio desde un planeta pudieran aterrizar en otro (y de que luego se encontraran) parecía muy remota, pero ahí estaba la prueba de que durante miles de millones de años, con miles de millones de posibilidades, los casi milagros podían convertirse en realidad. De ese selecto grupo solo se conocían nueve meteoritos. En octubre de 1993, Mittlefehldt anunció que había encontrado el décimo.

La noticia corrió como la pólvora —Score estaba entusiasmada— y los investigadores de todo el mundo se apresuraron a estudiar pedazos de su roca favorita. Pronto se dieron cuenta de que el ALH84001 era especial incluso entre los SNC, ya que se había formado a partir de la lava volcánica hacía más de cuatro mil millones de años. Así pues, era increíblemente antiguo, casi tan antiguo como el sistema solar y tres veces más viejo que el siguiente meteorito de Marte en edad, además de ser significativamente anterior a cualquier otra roca conocida en la Tierra. Los estudios sobre las firmas moleculares presentes en la roca revelaron que había sido lanzada al espacio a causa de un impacto que se había producido en Marte hacía dieciséis millones de años y había ido a la deriva por el sistema solar hasta hacía trece mil años, cuando había sido capturado por la gravedad terrestre y había aterrizado en la Antártida. Allí se hundió en el hielo, donde quedó aprisionado hasta que los implacables vientos de la región lo sacaron de nuevo a la luz para que Score lo encontrara.

Además, había algo más curioso. La roca está llena de grietas diminutas, procedentes de un impacto anterior, que se había producido cuando todavía estaba en el antiguo Marte, y las superficies de esas fracturas estaban salpicadas de unos pequeños

granos aplastados. A veces se han descrito como «lunas» o «pegotes», casi no se pueden ver, pero bajo el microscopio aparecen como unos círculos dorados con los bordes negros y blancos. Están compuestos de carbonato, un tipo de mineral que contiene carbono y oxígeno. En la Tierra, las rocas que contienen carbonato (como la piedra caliza o la tiza) se forman normalmente en el agua, por ejemplo, cuando se acumulan y fosilizan las conchas y los esqueletos de las criaturas marinas. Los carbonatos no suelen encontrarse en los meteoritos, así que Mittlefehldt pidió a Chris Romanek, un experto en carbonatos que trabajaba en el mismo edificio, que les echara un vistazo.

Con la colaboración del geoquímico de la NASA Everett Gibson, que había ayudado a examinar las rocas lunares que habían traído los astronautas del Apolo y que en ese momento estaba estudiando los meteoritos marcianos, Romanek hizo estallar los carbonatos con láseres para analizar el carbono y el oxígeno que contenían. Los resultados sugirieron que los carbonatos se habían formado en Marte (en lugar de haberse contaminado en la Antártida) y que se habían depositado en el interior de la roca después de que el dióxido de carbono, disuelto en agua líquida, hubiera penetrado en las grietas. En la actualidad, Marte tiene una temperatura media de -60 °C, demasiado fría para que exista agua líquida. Pero el ALH84001 apuntaba a un pasado mucho más hospitalario.

Eso no fue todo. La pareja también vio formas microscópicas en las inmediaciones de los granos de carbonato: gusanos y salchichas que se parecían a las bacterias terráqueas, salvo que eran mucho más pequeñas. Fue el comienzo de una locura. ¿Cabía la posibilidad de que, además del carbonato, el agua que había entrado en la roca hubiera transportado minúsculos microbios marcianos? En septiembre de 1994, Gibson y Romanek mostraron las imágenes a David McKay, un científico veterano de la NASA que unas décadas antes había enseñado geología a los astronautas del Apolo. Los tres acordaron investigar sobre esa idea en secreto, con una sola persona más: al cabo de unos días, McKay habló con Kathie Thomas-Keprta[3], una química de la NASA especialista en

microscopia electrónica. «Supuse que estaba loco», dijo más tarde, pero al final aceptó, aunque a regañadientes, investigar con ellos sobre las extrañas características de la roca. «Pensé en unirme al grupo para enderezarlos».

Poco después, estaba también enganchada.

* * *

Mientras tanto, al otro lado del Atlántico, en un observatorio situado entre las lavandas del sudeste de Francia, un joven astrónomo llamado Didier Queloz se preguntaba si *él* estaba loco. Había pasado el verano de 1994 analizando los resultados de un nuevo instrumento, un espectrógrafo capaz de analizar los movimientos de las estrellas distantes con una precisión inaudita, pero los resultados carecían por completo de sentido.

Queloz estaba haciendo el doctorado en la Universidad de Ginebra, supervisado por Michel Mayor, y en ese momento los dos estaban construyendo un detector en el observatorio de Alta Provenza que podría medir los cambios Doppler de la luz estelar. La idea era medir la velocidad de una estrella que se movía hacia la Tierra o se alejaba de ella detectando la manera en que sus líneas espectrales se desplazaban hacia el rojo o el azul, igual que el astrónomo Huggins había tratado de hacer en Tulse Hill con su telescopio en el siglo XIX. Mayor y Queloz esperaban poder hacerlo con la precisión necesaria, no solo para rastrear las estrellas, sino para detectar mundos distantes.

Los astrónomos no podían buscar planetas en otros sistemas solares, porque la luz de cualquier planeta quedaba inundada por el resplandor mucho mayor de la estrella anfitriona. Al mismo tiempo, se pensaba que un planeta que orbitaba una estrella ejercía sobre ella un tirón gravitacional, de forma que esta debía de oscilar un poco, y ese temblor podía detectarse. Otros astrónomos lo habían intentado en vano[4], pero el nuevo espectrógrafo de Mayor y Queloz era más sensible que sus antecesores y, por tanto, capaz de detectar variaciones de velocidad de las estrellas de apenas diez metros por segundo.

En el verano de 1994, el espectrógrafo estaba listo. Mayor se instaló en Hawái para pasar un año sabático y dejó a Queloz la lista de estrellas que debía observar. Esperaban detectar planetas gigantes como Júpiter, que debía de ejercer la mayor atracción posible. Júpiter tarda unos doce años en dar la vuelta al Sol, así que Queloz se preparó para una larga espera; capturar la órbita completa de un planeta similar le iba a llevar al menos una década. Pero casi enseguida notó algo extraño.

Una estrella, 51 Pegasi, se comportaba de manera extraña. Su velocidad era inestable y el patrón de su ciclo se repetía cada cuatro días. Al principio, Queloz pensó que el *software* que había diseñado tenía un error. Asustado y demasiado avergonzado para decirle a Mayor que el instrumento no funcionaba bien, pasó el otoño probando todo lo que se le ocurría y observando repetidamente la estrella. Pero el temblor se negaba a desaparecer.

Al final, pensó que la anomalía podía ser una atracción gravitacional. La calculó para describir el temblor que se produciría en un gigante con la mitad de la masa de Júpiter y casi ciento cincuenta veces la masa de la Tierra, pero tan cerca de su estrella que, en lugar de tardar un año en recorrer su órbita, como la Tierra, realizaba el viaje en solo cuatro días. En nuestro sistema solar no había nada parecido a ese monstruo que abrazaba la estrella, que se oponía a todas las teorías relativas a la formación de planetas y que contradecía a los respetados astrónomos que habían buscado planetas y habían llegado a la conclusión de que ahí fuera no había nada con un período orbital inferior a diez años. Pero para Queloz era la única explicación posible. Envió un fax a Mayor, que seguía en Hawái: «Creo que he encontrado un planeta».

Mayor regresó a Europa en marzo de 1995, pero para entonces 51 Pegasi se había hundido en el horizonte. Así que los dos científicos calcularon las predicciones para la órbita del supuesto planeta, a fin de que esta estuviera lista cuando la estrella reapareciera en el cielo nocturno en julio. Cuando llegó el momento, viajaron con sus familias a Alta Provenza para comparar el comportamiento de la estrella respecto al modelo que habían preparado. La primera noche, la velocidad coincidió a la perfección

con sus predicciones y lo mismo sucedió la segunda, la tercera y cuarta. En la quinta, recuerda Queloz, «dijimos que sí, que era un planeta». Mayor describió más tarde el hecho como «un momento espiritual». Fueron los primeros hombres en la historia en saber que existían otros mundos fuera de nuestro sistema solar. A una distancia de casi cincuenta años luz, en la constelación de Pegaso, un planeta gigante y gaseoso giraba alrededor de una estrella similar a nuestro sol. Lo llamaron 51 Pegasi b y celebraron su hallazgo con una tarta local y vino espumoso.

Mayor y Queloz dieron a conocer la noticia en una conferencia en Florencia en octubre de 1995. Los investigadores que asistieron a ella se mostraron emocionados, pero también escépticos. En el pasado, los anuncios del descubrimiento de nuevos planetas se habían convertido al final en falsas alarmas. Geoff Marcy y Paul Butler, los cazadores de planetas que rivalizaban con la pareja en los Estados Unidos, oyeron la noticia mientras trabajaban en un observatorio de California. Pasaron las cuatro noches siguientes examinando 51 Pegasi b, tratando de desacreditar —sin conseguirlo—el resultado de los europeos. Al final enviaron un correo electrónico a Mayor: «¡Tu maravilloso descubrimiento está confirmado!».

La prensa enloqueció. Los astrónomos habían comprendido que, en calidad de primer planeta extrasolar, 51 Pegasi b era un hito para la astrofísica; además, su órbita era tan extraña que las teorías sobre la formación de los planetas iban a tener que reescribirse[5]. Pero la reacción del público los dejó atónitos, con titulares en las portadas de los periódicos de todo el mundo y tantas llamadas y solicitudes de entrevistas que, según Queloz, no pudieron trabajar durante los seis meses siguientes. «Lo que perdimos por completo fue la conexión entre el planeta y la vida», me dijo.

51 Pegasi b es un mundo inhóspito y abrasador. Encerrado en las inmediaciones de su sol y brillando a 1000 °C, la posibilidad de que exista vida en él es prácticamente nula. Pero su mera existencia implica algo mucho mayor: si hay un planeta ahí fuera, debe de haber más. «La existencia de otros mundos ha dejado de

ser materia propia de los sueños y las reflexiones filosóficas», comentó el veterano periodista espacial John Noble Wilford en el *New York Times*. «Están ahí fuera, enviando señales, capaces de cambiar para siempre la perspectiva de la humanidad sobre el lugar que esta ocupa en el universo». En miles de años de especulación sobre la vida extraterrestre, nunca habíamos tenido un pedazo de evidencia real que nos insinuase que no estamos solos. Por fin, eso había cambiado.

* * *

Tras regresar a Houston, el plan de Thomas-Keprta era en un principio salvar a McKay y a los demás del bochorno, demostrarles que no había ninguna evidencia de vida marciana en el ALH84001. Mientras escaneaba el terreno microscópico del meteorito, con sus lunas anaranjadas incrustadas en la roca de color gris plateado, sintió curiosidad por los diminutos granos negros que había en los bordes de los glóbulos de carbonato, que apenas tenían unos nanómetros de diámetro. Descubrió que eran cristales magnéticos, compuestos de magnetita (óxido de hierro) y pirrotita (sulfuro de hierro), igual que las pequeñas brújulas que producían las bacterias magnetotácticas de la Tierra. Existen formas no biológicas de hacer esos minerales, pero eso suele suceder en condiciones extremas —temperatura y pH altos— por lo que era difícil explicar cómo se habían convertido en carbonatos depositados a temperaturas suaves. A menos que los cristales también hubieran sido realizados por unas bacterias.

En enero de 1995, el equipo recibió una visita de Bill Schopf, profesor de la UCLA y experto mundial en microbios fósiles, que había identificado los restos de vida más antiguos que se conocían en el interior de unas rocas terrestres de 3500 millones de antigüedad. No le impresionaron sus indicios de bichos extraterrestres. «No tenéis ninguna prueba a menos que podáis mostrar materia orgánica en las estructuras», dijo al equipo. Parecía improbable: después de todo, la misión Viking no había encontrado material orgánico en Marte. Pero Thomas-Keprta ya

había enviado dos motas del ALH84001 al químico Richard Zare, que se encontraba en la Universidad de Stanford. Este tenía un poderoso instrumento llamado espectrómetro de masas láser que podía identificar incluso trazas de moléculas químicas vaporizándolas. Dado que no quería revelar el objeto de su investigación, Thomas-Keprta había enviado las muestras con nombres en clave, Mickey y Minnie. Sin dejarse impresionar por el subterfugio, Zare y sus compañeros las dejaron en un estante, pero después de la visita de Schopf, Thomas-Keprta consiguió persuadirlos de que les echaran un vistazo.

Al hacerlo, encontraron lo que el Viking había buscado en vano: materia orgánica marciana. Unas complejas moléculas orgánicas llamadas HAP se concentraban en el interior de las lunas de carbonato. Las HAP pueden formarse de manera no biológica —están en todas partes, desde el escape de un coche hasta las nubes de gas interestelar—, pero también se encuentran en la Tierra, en cualquier lugar donde haya habido vida, como el petróleo o el carbón. Las moléculas que Zare y sus compañeros encontraron en el ALH84001 eran exactamente lo que se espera ver cuando las células bacterianas se descomponen.

Para el equipo, la numerosa serie de potenciales huellas dactilares de vida debía ser algo más que una simple coincidencia. A principios de 1996, entre excitados y con el estómago encogido por los nervios, enviaron un artículo a *Science.* Tras ser examinado durante varias semanas por un grupo de revisores (incluido un Carl Sagan ya anciano), la revista aceptó publicarlo y al hacerlo puso en marcha una secuencia de acontecimientos que llevaron a los investigadores a la cima del poder. En el mes de julio, Dan Goldin, el jefe de la NASA, citó en su oficina al equipo y lo interrogó durante varias horas. Después, Goldin fue convocado a la Casa Blanca para informar al presidente Bill Clinton y al vicepresidente Al Gore.

El presidente Clinton se dirigió al mundo en una conferencia de prensa celebrada el miércoles 7 de agosto en la rosaleda de la Casa Blanca. «Hoy, la roca 84001 nos habla a través de miles de millones de años y millones de kilómetros», dijo. «Habla de la

posibilidad de vida». Si esta se confirma, añadió, las implicaciones «serán más trascendentales y asombrosas de lo que podemos imaginar». A continuación, las cadenas de televisión se desplazaron al auditorio principal de la sede de la NASA, que estaba abarrotado. McKay, Gibson, Zare, Thomas-Keprta y Schopf (para ofrecer el punto de vista de un escéptico) estaban alineados en el escenario. Frente a ellos había un pequeño pedazo del ALH84001 dentro de una vitrina de cristal y también una multitud de periodistas expectantes. El jefe de la NASA, Goldin, se dirigió a las cámaras. El trabajo del equipo «nos ha llevado a un día que, con toda probabilidad, pasará a la historia», dijo. «Estamos a las puertas del cielo. Menuda época para vivir».

Uno a uno, el equipo fue describiendo sus líneas de evidencia: los carbonatos, los cristales de magnetita y la materia orgánica. Ninguno era concluyente por sí solo, pero en conjunto, argumentó el equipo, eran pruebas sobre la vida primitiva en el antiguo Marte. Además, presentaron unos dibujos animados en los que aparecían los microbios marcianos en forma de gusanos nadando en el agua y quedando atrapados en la acumulación de depósitos de carbonato que había en el interior de las grietas de la roca, antes de que esta fuera arrojada al espacio y aterrizara al final en la Antártida. Por último, mientras el público contenía ruidosamente el aliento, mostraron las imágenes de los supuestos «fósiles».

Al cabo de unos días, casi un millón de personas había leído el artículo de *Science* en internet. El personal de la NASA contó la retransmisión de más de mil historias sobre el ALH84001 en la primera semana. Los equipos de noticias hacían cola en el laboratorio del meteorito, en Houston, para echar un vistazo a la roca original, mientras que la escala de cobertura en los periódicos y revistas de todo el mundo eclipsó incluso la del primer alunizaje. El *USA Today* afirmó que era «el titular que el hombre ha estado esperando desde que los primeros ojos humanos miraron el cielo».

Pero no todas las noticias fueron positivas. Un importante ejecutivo de Microsoft dijo que el ALH84001 era «el mayor insulto a la especie humana en casi quinientos años». El laboratorio de

Zare tuvo que retirar de forma provisional su sitio web y los datos de contacto cuando los fundamentalistas religiosos protestaron alegando que su investigación contradecía la Biblia. Además, muchos científicos se prepararon para dar una respuesta furiosa.

* * *

En los meses siguientes, otros investigadores atacaron con vehemencia no solo el artículo sobre el ALH84001, sino también a sus autores. «Es un trabajo a medias que no debería haberse publicado», dijo un experto en meteoritos. Otro describió al equipo como «un grupo inferior de personas»; un tercero se quejó de las interpretaciones «angustiosamente sesgadas» de «unas formas que parecían excrementos». Los críticos desafiaron cada línea de evidencia, argumentando que las formas de los gusanos habían sido creadas en el laboratorio; que los carbonatos y la materia orgánica se debían simplemente a la contaminación de la Antártida; o que los carbonatos, incluso si eran marcianos, se habían formado a temperaturas demasiado altas para que pudiera existir vida.

Las observaciones del equipo resistieron el escrutinio y en la actualidad se acepta que las características que este describió se formaron en Marte y que los carbonatos fueron depositados en un ambiente acuoso a unas temperaturas que oscilaban entre los 25 y 30 °C. El debate se trasladó a la interpretación de los resultados. Mientras McKay y su equipo sostuvieron que la suma de varios «quizás» fortalecía su caso, otros consideraron que los carbonatos, la materia orgánica y las formas similares a los gusanos se podían explicar de otra manera. Pero los cristales de magnetita eran más difíciles de ignorar.

En 2000, Thomas-Keprta publicó un estudio detallado sobre los cristales. En él explicaba que, aunque algunos podrían haberse formado de manera inorgánica, poco más de un cuarto de ellos tenía una combinación única de propiedades que solo se habían visto en la magnetita biológica (y en la Tierra, considerada como una evidencia fiable para la vida)[6]. Además, otro equipo que

estaba estudiando también el ALH84001 informó de que había visto varios de los cristales en cadenas lineales, como sucedía con las bacterias terrestres, rodeados de un halo que, según su interpretación, podía corresponder a los restos de una membrana celular. La evidencia de vida marciana, dijo Thomas-Keprta, era ya «convincente».

En 2003, las cosas cambiaron cuando los críticos sugirieron que las magnetitas como las que Thomas-Keprta había descrito podrían haberse formado en el meteorito a partir del carbonato si la temperatura se había disparado durante un repentino «choque», por ejemplo, el impacto que había lanzado la roca al espacio. Los investigadores aplicaron incluso condiciones similares para producir los cristales en el laboratorio. En 2009, la investigadora les devolvió el golpe, señalando que el ALH84001 no solo contenía carbonato de hierro sino también carbonatos de calcio, magnesio y manganeso. Thomas-Keprta arguyó que en un escenario de choque térmico los minerales se descompondrían también en óxidos. La única forma de explicar los óxidos de hierro puro que se veían en el meteorito, insistió, era recurriendo a la biología.

El equipo de la NASA ha estudiado otros meteoritos marcianos, incluidos Nakhla y Shergotty, y también ha encontrado en ellos pruebas sugerentes. En 2014, los investigadores comunicaron que en los filones y en las grietas de una roca de Marte conocida como Yamato 000593 había materia orgánica compleja, así como pequeños túbulos que recordaban a los túneles que se habían encontrado en algunas rocas terrestres (antiguas y modernas), que, según se piensa, fueron realizados por los microbios que buscaban nutrientes. McKay falleció en 2013, pero Gibson y Thomas-Keprta continúan trabajando en el proyecto. «Seguimos sosteniendo nuestra hipótesis original», me dijeron en junio 2019. Pero el debate ha llegado a un frustrante punto muerto. Aunque el equipo de la NASA está más convencido que nunca de que la vida es la explicación más plausible, los críticos siguen insistiendo en que no se ha podido demostrar. En lo que todos están de acuerdo, sin embargo, es que el trabajo del equipo y la oleada de interés que generó contribuyeron a transformar la

búsqueda de vida extraterrestre.

A principios de los años noventa, la NASA trataba de encontrar un objetivo. El colapso de la Unión Soviética había puesto punto final a la carrera espacial y las misiones de la agencia que suponían un gran presupuesto sufrían retrasos, sobrecostes y fallos importantes, como la pérdida del transbordador espacial Challenger en 1986 y del orbitador Mars Observer, que había costado mil millones de dólares en 1993. La Casa Blanca estaba recortando miles de millones de los fondos de la NASA; de hecho, buena parte de las críticas que había recibido el ALH84001 se debían a que los científicos planetarios temían que este reforzara el argumento de que había mejores maneras de gastar el dinero de los contribuyentes. «Estamos en lo más bajo de la jerarquía presupuestaria de la NASA», dijo el experto en meteoritos Allan Treiman en *Newsweek* en 1997. «La gente está preocupada, porque si esto resulta ser al final tan estúpido como la fusión fría, estaremos en la calle».

Al final, sucedió justo lo contrario. Dan Goldin había empezado a racionalizar la agencia reduciendo la burocracia, eliminando puestos de trabajo y apoyando misiones pequeñas e innovadoras bajo el lema «más rápido, mejor, más barato». En cualquier caso, eso no era todo. Además, había imaginado una nueva misión científica para la NASA con el objetivo de responder a las grandes preguntas sobre el universo y sobre el lugar que ocupamos en él. Pero antes tenía que convencer a los políticos, de manera que el ALH84001 llegó en el mejor momento. Cuando Clinton se dirigió al mundo para anunciar la noticia del meteorito, describió la investigación como una «reivindicación del programa espacial estadounidense y de nuestro continuo apoyo, aunque sean tiempos financieramente difíciles». Prometió que la NASA «dedicaría todo su poderío intelectual y su destreza tecnológica a buscar más pruebas de vida en Marte».

Según dijo la periodista Kathy Sawyer en *The Rock from Mars*, un relato de 2006 sobre la historia del ALH84001: «La fascinación por los extraterrestres estaba de vuelta». Clinton detuvo la reducción de los fondos de la NASA y la agencia desvió los recursos

hacia la exploración planetaria. Las misiones a Marte se reactivaron con una nueva generación de naves espaciales —por primera vez desde el Viking— que buscaban biomarcadores y hábitats relevantes para la vida. En 1998, la NASA fundó su Instituto de Astrobiología y de esta forma nació un nuevo campo que en la actualidad ha superado al de la agencia. La investigación múltiple del ALH84001, dice Gibson, proporcionó «la idea orientadora». En lugar de considerar a los «extraterrestres de forma aislada, los científicos pertenecientes a una amplia gama de disciplinas —que abarcaban la comprensión de la manera en que se forman los planetas, el estudio de la vida pasada en la Tierra o la detección de materia orgánica en las nubes de gas interestelar— iban a trabajar juntos con un objetivo general: entender cómo se relaciona el cosmos con la vida».

* * *

La investigación que siguió a continuación ha transformado nuestra visión del cosmos en unas décadas. Pongamos, por ejemplo, la caza de planetas fuera de nuestro sistema solar o «exoplanetas». En 1995, a pocas semanas del anuncio del 51 Pegasi b, los investigadores empezaron a encontrar más cosas, pero ese campo de estudio se aceleró al máximo cuando la NASA lanzó el telescopio espacial Kepler, que escudriñó las estrellas buscando una leve atenuación de su luz causada por el paso de un planeta por delante de ellas. El instrumento se convirtió en el cazador de planetas más prolífico que jamás se había visto y llegó a contar más de cuatro mil exoplanetas antes de que lo desmontaran en 2018 (dejando a miles de candidatos a la espera de ser confirmados). Kepler mostró que los planetas no solo son muy comunes en nuestra galaxia, sino que además son increíblemente diferentes, desde 51 Pegasi b, tan caliente como Júpiter, a pequeños Neptunos que quizá estén totalmente cubiertos de océanos. Muchos de ellos son «planetas en forma de globo ocular» con acoplamiento de mareas, con una noche interminable en un lado, un día abrasador en el otro, y un crepúsculo fino y

permanente en el medio.

Los investigadores que usan en la actualidad la espectroscopia para investigar las composiciones químicas de los planetas también están encontrando una serie de especímenes exóticos sin parangón con lo que existe en nuestro pequeño rincón de la galaxia. Entre otros se encuentran 55 Cancri e, un mundo volcánico denso y abrasador que orbita alrededor de su estrella en dieciocho horas; HAT-P-7b, un gigante gaseoso con nubes de corindón vaporizado, el mineral que forma los rubíes y los zafiros; y Kepler-7b, tan ligero como el poliestireno. Kepler-16b tiene una doble puesta de sol, como Tatooine en *La guerra de las galaxias*, mientras que HD189733b tiene una atmósfera de color azul intenso y nubes de silicio de las que llueve cristal.

El esfuerzo se centra en buscar planetas que puedan albergar vida, que (a falta de una mejor descripción) los astrónomos definen como planetas de tamaño similar a la Tierra y a la distancia correcta de su correspondiente estrella para que exista agua líquida. Estos planetas parecen abundar también. El análisis realizado en 2013 sobre los datos de Kepler reveló que alrededor de una quinta parte de las estrellas de la Vía Láctea tienen al menos un mundo de estas características orbitando alrededor de ellas. En 2016, se descubrió un planeta rocoso en la zona habitable de nuestra estrella más cercana, Próxima Centauri; al año siguiente, los astrónomos encontraron un sistema con siete planetas del tamaño de la Tierra que giran alrededor del mismo sol (tres en la zona habitable). En 2019, se detectó vapor de agua en la atmósfera de un planeta de la constelación de Leo. En general, los astrónomos estiman que, solo en nuestra galaxia, puede haber alrededor de ocho mil ochocientos millones de planetas del tamaño de la Tierra potencialmente habitables.

Eso supone un enorme cambio de perspectiva, como predijeron los comentaristas después del descubrimiento de 51 Pegasi b en 1995. Hace unas décadas, la idea de la existencia de «otros mundos» era pura ficción, como lo había sido durante milenios. En la actualidad nos enfrentamos a una diversidad de planetas inimaginable, un universo con más planetas que estrellas.

Por poco probable que sea que la vida surja en uno de esos planetas, sabemos que solo en nuestra galaxia hay miles de millones de posibilidades de que eso ocurra.

Al mismo tiempo, los biólogos se han dado cuenta de que la vida es mucho más flexible y tenaz de lo que jamás habían pensado. El descubrimiento en 1977 de unos prósperos ecosistemas alrededor de las fuentes hidrotermales submarinas causó una gran impresión. Desde que se inició el estudio de los «extremófilos» (organismos que viven en condiciones extremas) en los años noventa, es evidente que, al menos donde hay un poco de agua líquida, hay vida en la Tierra. «Lo que antes considerábamos barreras físicas y químicas insuperables para la vida, lo vemos ahora como un nuevo nicho de extremófilos», comentaron los biólogos en *Nature* en 2001.

Hace poco, en 2013, se encontraron bacterias que viven en lagos glaciales y salobres bajo el hielo de la Antártida y en las profundidades de las rocas sobrecalentadas de la corteza terrestre. Ecosistemas completos captan la energía química procedente de las profundidades del planeta, y no de la luz solar, como se pensaba antes. Las bacterias pueden prosperar en condiciones de alta acidez o sal, de gravedad extrema, de presiones aplastantes y de radiación dura; existen cepas que pueden alimentarse de uranio o respirar arsénico. El liquen crece en condiciones marcianas. Unos pequeños pero resistentes microanimales llamados tardígrados han puesto huevos en el casi vacío espacial. Cada nuevo descubrimiento ha ampliado nuestra noción de la vida y al mismo tiempo nos ha permitido imaginar con más facilidad que esta podría haber evolucionado en otro lugar.

Cada vez apreciamos más la posible existencia de otros hábitats en el sistema solar, como Europa y Encélado (las lunas de Júpiter y Saturno, respectivamente), donde, en opinión de los astrónomos, podría haber extensos océanos de agua bajo kilómetros de hielo; o como Venus, que quizá era habitable hace miles de millones de años, antes de que un efecto invernadero devastador lo abrasara. Por otra parte, el hecho de que la Tierra y Marte se hayan estado intercambiado asteroides como el

ALH84001 durante miles de millones de años ha llevado a varios científicos destacados, como el cosmólogo Paul Davies y el bioquímico Steven Benner, a sugerir que la vida que surgió en un planeta podría haber pasado a otro. Figuras más polémicas, como la astrónoma Chandra Wickramasinghe, conciben la galaxia como una biosfera única y conectada, una idea que se conoce como «panspermia», según la cual cada planeta «selecciona su herencia genética de una vasta reserva cósmica de genes». Después de haber detectado los precursores orgánicos de la vida en los cometas y los asteroides y de haber descubierto que algunas bacterias y esporas de hongos pueden sobrevivir en el espacio profundo (sobre todo cuando se refugian en el interior de las rocas), tal vez esta posibilidad no parece tan disparatada como en el pasado.

Las ideas sobre Marte, pasadas y presentes, también han avanzado. En 1998, las mediciones que llevó a cabo el orbitador de la NASA Mars Global Surveyor revelaron que hace cuatro mil millones de años Marte tenía un campo magnético que envolvía la totalidad del planeta y que lo habría protegido del dañino «viento» de partículas cargadas procedentes del Sol. Hoy en día, las rocas marcianas han ofrecido pruebas fehacientes de que esto permitió al planeta retener una atmósfera más densa, rica en dióxido de carbono, lo que mantuvo su clima relativamente caliente, con agua líquida en los lagos, ríos y mares salados. En 2018, el explorador Curiosity de la NASA tomó una muestra de rocas sedimentarias de tres mil millones de años de antigüedad del fondo de un antiguo lago y encontró numerosos componentes orgánicos necesarios para la vida. Todo parece encajar a la perfección con la historia que contaron McKay y sus colaboradores en 1996 sobre la bacteria magnetotáctica, que había vivido en agua salada y carbonatada.

En la actualidad, el campo magnético de Marte ya no existe, de manera que el planeta se encuentra expuesto a una dura radiación y su atmósfera es tan fina que el agua líquida no tarda en vaporizarse. Sin embargo, los datos obtenidos en las misiones a Marte revelan una imagen mucho más acogedora de la vida de lo esperado. Los científicos han visto mucha agua congelada en las capas de hielo polares y en el subsuelo, así como en las oscuras

rayas que aparecen en las laderas ecuatoriales durante el verano, donde parece fluir agua. En 2018, el orbitador *Mars Express* de la Agencia Espacial Europea usó el radar para mostrar que, al igual que en la Antártida, en las profundidades del hielo del polo sur del planeta hay un gran lago de agua líquida de veinte kilómetros de diámetro. Además, en su atmósfera se ha detectado metano en varias ocasiones. Aunque este gas puede producirse geológicamente, la mayoría del metano terrestre es obra de unos organismos, incluidas las bacterias, que viven en la corteza terrestre, así que algunos científicos creen que su presencia en Marte podría indicar la existencia de microbios similares bajo su superficie. Las próximas misiones tanto de la NASA como de la Agencia Espacial Europea perforarán el suelo para comprobarlo, aunque la presencia de metano ya está arrojando una nueva luz sobre los datos que recopiló el Viking en 1976. Los resultados positivos de esa misión fueron rechazados porque no se detectaron moléculas orgánicas en el suelo, pero ahora es evidente que estas existen. Los biólogos del Viking, Gilbert Levin y Patricia Straat, insisten en que la biología marciana sigue siendo la explicación más plausible de sus resultados.

En general, las dificultades inherentes a la interpretación del ALH84001 y de los resultados del Viking han obligado a los científicos a pensar de forma más abierta sobre la manera de reconocer a los extraterrestres cuando los vean. Al igual que los planetas puede ser increíblemente diferentes, quizá los seres vivos lo sean también. La vida que conocemos está basada en el carbono y depende del agua líquida como disolvente, pero se han propuesto otros elementos químicos: tal vez la vida que existe en los lagos de metano/etano de la luna de Saturno, Titán, use esos hidrocarburos como disolvente en lugar del agua. Tal vez sean posibles distintas fuentes de energía: en lugar de la luz solar o de la energía química, como en la Tierra, la energía térmica o la cinética, por ejemplo. Dada la enorme variedad de posibilidades, ¿qué debemos buscar, la capacidad de evolucionar, la de metabolizar o la de codificar información? Aunque también es posible que nuestras definiciones circunscriban demasiado el terreno, de manera que deberíamos

intentar dar con algo que no encaje con ellas.

Una posibilidad especulativa es que los seres de un planeta que orbita alrededor de una estrella de neutrones podrían captar energía de los campos magnéticos fluctuantes, basando su código genético en cadenas de imanes y no en el ADN químico. Otros han sugerido que en la Tierra podría existir una «biosfera sombra» de vida extraterrestre, que no podemos detectar con nuestras pruebas convencionales, «como el reino de las hadas y los elfos que está justo al otro lado del seto». Tanto si encontramos a esas criaturas como si no, el mero hecho de buscarlas nos está transformando, está ampliando nuestro concepto de vida.

* * *

Pero, mayor que la cuestión de saber si hay otra vida en el universo es la de averiguar si hay otra inteligencia, otra conciencia. ¿Alguien nos devuelve la mirada cuando miramos el cielo?

Un cuarto de siglo antes de que unas extrañas señales celestes desconcertaran a Didier Queloz, otra joven astrónoma rozó también lo inesperado mientras probaba un nuevo instrumento. En 1967, una alumna de doctorado de la Universidad de Cambridge llamada Jocelyn Bell (ahora Bell Burnell) confiaba en encontrar más ejemplos de unas fuentes de ondas de radio recién descubiertas y extremadamente brillantes llamadas cuásares. El tutor de Bell, Tony Hewish, había diseñado un gran radiotelescopio que cubría un área equivalente a cincuenta y siete canchas de tenis. Su equipo tardó dos años en construirlo, para lo que tuvo que clavar más de mil postes de madera en el suelo y conectarlos con cientos de kilómetros de cable.

El telescopio se encendió en julio de 1967 y sus rayos barrían un círculo en el cielo cada veinticuatro horas, mientras la Tierra giraba. Todas las señales de radio fueron registradas por unos bolígrafos que trazaban líneas en unos rollos de papel: treinta metros cada día. Bell analizó los datos y al cabo de unas semanas notó la aparición ocasional de un extraño patrón intermitente en los gráficos. Era un misterio, ya que no se asemejaba ni a la

interferencia terrestre ni a ninguna otra fuente astronómica conocida. Lo llamó *scruff*, una palabra inglesa que alude a una persona desaliñada.

Bell y Hewish decidieron examinar la alteración mediante una grabación más rápida, que les permitiera captar el patrón con más detalle. La señal apareció y desapareció, pero al final, en noviembre, Bell pudo atraparla y lo que vio la dejó asombrada. «Mientras el gráfico fluía bajo el bolígrafo, pude ver que la señal consistía en una serie de pulsos… 1 con varios segundos de diferencia», recordó más tarde. Jamás había visto nada parecido. Un ritmo tan regular debía ser artificial, pero la señal solo había aparecido cuando el rayo había apuntado hacia la misma pequeña porción remota de cielo. Los astrónomos consideraron y desecharon distintos tipos de explicaciones: señales radar rebotadas en la Luna; satélites en órbitas extrañas; efectos anómalos producidos por un cobertizo de metal cercano. Al final, después de que la señal fuera confirmada por otro telescopio (lo que descartaba un fallo del equipo) y de que se demostrara que no procedía de nuestro sistema solar, Bell se vio obligada a tener en cuenta una posibilidad incómoda: «¿Las pulsaciones, además de ser artificiales, las producía un ser de otra civilización?». Bromeando, el grupo apodó a la misteriosa fuente estrella LGM, que era la abreviatura de *Little Green Men*, pequeño hombre verde.

Varios años antes, en 1959, los físicos habían planteado en un artículo de *Nature* la posibilidad de que los extraterrestres inteligentes que pretendieran comunicarse en las profundidades del espacio podían enviar una señal de radio, tal vez sintonizando con 1420 MHz, la línea de emisión espectral del hidrógeno. Por mucho que su propuesta pudiera parecer de ciencia ficción, aseguraban que: «La presencia de señales interestelares es totalmente consistente con lo que sabemos en este momento, de manera que si existen señales ahora disponemos de los medios para detectarlas». El astrónomo estadounidense Frank Drake pronto emprendió la primera búsqueda: en 1960 pasó cuatro meses en el Observatorio Nacional de Radioastronomía, en Virginia occidental, apuntando un telescopio de veintiséis metros hacia dos estrellas próximas,

pero no oyó nada. Ahora parecía que Bell había dado por casualidad con ese tipo de mensaje.

A medida que se iba acercando la Navidad, la señal parecía cada vez más extraterrestre. Aunque su ritmo nunca cambió, la intensidad de los pulsos variaba y a veces estos se detenían por completo. La señal solo se produjo en una banda de frecuencia estrecha, más parecida a un pulso de radar que a cualquier otra emisión natural conocida. Además, los astrónomos calcularon que su fuente era demasiado pequeña para ser una estrella convencional.

Hewish y el jefe del observatorio, Martin Ryle, empezaron a considerar seriamente la posibilidad de la existencia de extraterrestres. «A medida que pasaban los días crecía la excitación», escribió Hewish en 1968. «¿Eran los pulsos una especie de mensaje de una civilización extraterrestre?». Discutieron sobre la manera de dar la noticia si no encontraban otra explicación. ¿Debían ir a la Royal Society o al gobierno? Medio en broma, Ryle propuso que quemaran los registros y se olvidaran del asunto. Si la noticia se difundía, la gente iba a querer enviar una respuesta y en la historia de la exploración europea había muchas pruebas de que «cuantos menos contactos se tengan con las civilizaciones superiores, mejor».

Para Bell, la señal inexplicable era, sobre todo, un fastidio. «Estaba tratando de hacer un doctorado sobre una nueva técnica y un estúpido grupo de hombrecitos verdes tuvo que elegir mi antena y mi frecuencia para comunicar con nosotros». Pero el 21 de diciembre volvió a mirar los gráficos y pensó que el caos era mayor, solo que en una parte diferente del cielo. Casi de madrugada, fue al observatorio para mirar con más atención esa parte del cielo en el momento en que fuera visible con el telescopio. Al principio, no logró que el equipo trabajara en el frío. «Apretando los interruptores, maldiciéndolo, respirando encima de él, conseguí que funcionara correctamente durante cinco minutos», recordó. Llegó justo a tiempo para captar la señal y confirmó que estaba compuesta de otra serie de pulsos, esta vez con 1,2 segundos de diferencia.

Bell viajó a casa por Navidad mucho más feliz, satisfecha, porque el *scruff* tenía una explicación natural: «Era bastante dudoso que dos grupos de hombrecitos verdes eligieran la misma frecuencia improbable y, al mismo tiempo, que lo hicieran para tratar de comunicar dos veces con el planeta Tierra». Cuando regresó en enero, enseguida encontró dos fuentes similares más. Mientras tanto, Hewish había comprobado la señal original para efectuar un efecto Doppler (si había sido enviada por extraterrestres, era de suponer que estos se encontraban en un planeta que orbitaba alrededor de una estrella, por lo que la velocidad de la fuente en relación con la Tierra debía variar), pero no encontró nada. Uno de sus compañeros sugirió que las fluctuaciones directas del viento solar que atraviesan las ondas de radio en su camino hacia la Tierra podían explicar la variación en intensidad.

Tras descartar a los extraterrestres, Bell y sus compañeros escribieron por fin su trabajo, que fue publicado en febrero de 1968. Llamaron a las fuentes intermitentes «púlsares». Los astrónomos ahora los describen como un tipo de estrella de neutrones altamente magnetizada (el núcleo colapsado de una estrella gigante con solo veinte kilómetros de ancho) que gira a gran velocidad y emite un poderoso destello de radiación electromagnética que se extiende alrededor como el rayo de un faro y aparece a cualquiera que se cruce con ella como un pulso intermitente. Hewish y Ryle —pero no su colaboradora femenina subalterna, Bell— recibieron en 1974 el Premio Nobel por su descubrimiento.

A pesar de que al final resultó que los hombrecitos verdes no tenían nada que ver con las señales, la idea de que quizá un día podamos escuchar una llamada a través de las profundidades del espacio sigue siendo tan estimulante como siempre. La mayoría de los esfuerzos de escucha han sido financiados por el sector privado y su escala es relativamente pequeña (un proyecto de la NASA iniciado en 1992 fue ridiculizado por el mundo político y cancelado al cabo de un año), y el cielo ha guardado en buena medida silencio. Puede que el mejor candidato fuera el que

apareció en agosto de 1977, cuando un astrónomo que trabajaba como voluntario en el radiotelescopio Big Ear de Ohio captó una serie de ondas de radio a 1420 MHz en la constelación de Sagitario, tan llamativas que las subrayó y escribió al margen «¡Guau!». La señal nunca se volvió a detectar ni se explicó[7].

En 2015, el multimillonario ruso Yuri Milner apoyó la búsqueda de inteligencia extraterrestre (SETI) donando cien millones de dólares para poner en marcha un proyecto llamado Breakthrough Listen, con base en la Universidad de California, Berkeley. Es suficiente dinero para desarrollar nuevas tecnologías de búsqueda, como el aprendizaje automático, y para comprar miles de horas en los principales telescopios del mundo, también para conseguir el apoyo de algunos de los nombres más importantes de la astronomía[8] y para apuntar hacia un millón de estrellas cercanas. En agosto de 2017, el proyecto detectó una serie de ráfagas de radio repetidas e inexplicables procedentes de una galaxia enana que se encuentra a tres mil millones de años luz de distancia, aunque los astrónomos dicen que lo más probable es que su origen sea natural.

A pesar de que hasta ahora los resultados han sido poco prometedores, la creciente popularidad de esta búsqueda ha convertido a la inteligencia extraterrestre en un tema candente y todos, como los filósofos y los informáticos, discuten sobre cuál puede ser su forma y sobre cómo podríamos comunicarnos con ella. «Lo que una vez fue una exótica empresa científica a pequeña escala», dice el analista de política espacial de los Estados Unidos, Michael Michaud, «se ha convertido en un vasto y multidisciplinario experimento mental sobre la naturaleza y el comportamiento de la inteligencia, tanto en la Tierra como fuera de ella».

Para los lingüistas, esas preguntas han revivido y ampliado un antiguo debate sobre la naturaleza del lenguaje: en qué medida este se basa en principios innatos y universales, en lugar de estar moldeado por nuestra naturaleza física y por el medio ambiente. Mientras los expertos en comportamiento animal dicen que, además de nuestro pensamiento y nuestros patrones de lenguaje,

debemos considerar otros tipos de inteligencia encontrados en la Tierra —como la memoria colectiva de las abejas o la curiosidad y la capacidad de resolver problemas de los pulpos—, los teólogos se preguntan cómo podríamos considerar a las especies o culturas exóticas merecedoras de un estatus moral, incluso si este es muy diferente del nuestro. ¿Qué es lo que hace a una forma de vida merecedora de dignidad y respeto?

Por otra parte, los extraterrestres podrían no ser biológicos. La filósofa y científica cognitiva estadounidense Susan Schneider sugiere que las civilizaciones extraterrestres más sofisticadas deben de ser supercomputadoras, formas de inteligencia artificial creadas por formas de vida biológica que murieron o se fusionaron con su tecnología. Apunta a la posibilidad de que estos seres tengan como base el silicio, que permite un procesamiento de la información mucho más rápido que en los cerebros biológicos. Otros cuestionan que el conocimiento y el avance tecnológico deba ser necesariamente visto como la fuerza definitoria del progreso cultural. El biólogo de la NASA Mark Lupisella se ha preguntado, por ejemplo, si los extraterrestres verdaderamente avanzados podrían considerar la inteligencia un fin en sí mismo, en lugar de una herramienta. ¿Podemos imaginar una civilización que persiga valores subjetivos —como la justicia, la empatía, la diversidad— en lugar de hechos objetivos?

Dicho de otra manera, la especulación sobre las sociedades extraterrestres está animando un debate sobre la humanidad: qué es importante para nosotros, quiénes somos, qué nos depara el futuro. Al igual que buscar la vida en otros lugares nos lleva a preguntarnos por la forma en que la vida se relaciona con el cosmos e incluso por la esencia misma de la vida, la búsqueda de inteligencia extraterrestre se ha forzado para crecer en algo más profundo. Una vez más, nos convertimos en parte de algo que es superior a nosotros. La naturaleza humana, en lugar de ser el estado universal e inevitable de los seres inteligentes, se transforma en un simple punto en el interior de un inmenso océano de posibilidades. Creo que eso cambia nuestra concepción de la humanidad. Incluso en el caso de que nunca lleguemos a recibir

una señal extraterrestre, la simple idea nos ofrece un «otro» respecto al cual debemos ubicarnos, igual que, durante siglos, los navegantes polinesios visualizaron islas invisibles para encontrar el camino en las estrellas.

* * *

A pesar de todos los descubrimientos que se han realizado desde 1996, todavía no disponemos de un solo ejemplo probado de que exista vida en otros lugares. Por primera vez en la historia de la humanidad podemos usar métodos científicos para investigar de forma empírica el contenido del universo, pero aún no podemos responder a la gran pregunta sobre la existencia o no de vida en él. En cualquier caso, hemos sabido hacer algo con mejores resultados, me refiero a desglosar la búsqueda en varias preguntas menores: ¿Son comunes otros planetas? ¿Es Marte habitable? ¿Están extendidas las moléculas orgánicas? ¿Pueden los organismos sobrevivir en condiciones extremas, incluso en el espacio? Además, es difícil pasar por alto que, al menos por el momento, las respuestas siguen siendo afirmativas.

Dondequiera que miremos, las pruebas parecen sustentar la idea de que la vida en el cosmos no es la excepción, sino la regla. En los últimos siglos, la ciencia ha degradado nuestra existencia y hemos pasado de ser una creación divina especial a una aberración fortuita en un universo que, de no ser así, estaría vacío. La piedra antártica de Score y el planeta giratorio de Queloz apuntan en una dirección diferente: la vida como algo común. De alguna forma, es un regreso al concepto de cosmos viviente. Una vez más, vemos la vida en el cielo.

Pero hay más. La idea de un universo biológico nos obliga a reconsiderar las perspectivas de vida consciente e inteligente. Como el historiador de la astronomía Steven Dick dijo al vicepresidente Gore en una cumbre celebrada en 1996 en la Casa Blanca sobre el ALH84001: «Estamos intentando determinar si el resultado final de la evolución cósmica consiste únicamente en los planetas, las estrellas y las galaxias, o también en la vida, la mente

y la inteligencia».

La ciencia se basa en la idea de estudiar una realidad material, puramente física. Se despoja la experiencia subjetiva para que podamos buscar lo que está de verdad ahí fuera y no en nuestra imaginación. Eso ha llevado de forma inexorable a una visión del mundo en la que solo existe el universo físico. Pero los resultados científicos alientan la posibilidad de que, además de otras vidas, existan también otras mentes en el cosmos. Los científicos están empezando a considerar la idea —que exploraremos en el capítulo final— de que la conciencia, la *experiencia*, no sea un subproducto único de la evolución química, sino un rasgo fundamental del universo. Estamos vislumbrando la posibilidad de que exista un cosmos que, además de vivo, esté también despierto.

XII

Mente

Cuando el astronauta de la NASA Chris Hadfield salió de la estación espacial internacional para caminar por primera vez en el espacio en abril de 2001, fue la culminación de décadas de entrenamiento y preparación. Hadfield, el testarudo y disciplinado piloto, había estudiado matemáticas, física, ingeniería y robótica. Había volado en más de setenta tipos diferentes de aviones. Había pasado cincuenta días enteros realizando caminatas espaciales en la piscina. «Desde un punto de vista técnico, estaba perfectamente preparado para lo que iba a suceder», dijo. Pero, en cierto sentido, no lo estaba en absoluto.

Cuando flotó libre por primera vez en el vacío del espacio, aferrándose a la nave espacial con una mano, olvidó por un momento el objetivo de su misión: preparar la instalación de un largo brazo robótico de diecisiete metros. Se sintió «abrumado por la pura belleza». A su derecha estaba el cubo aterciopelado y sin fondo del universo, extendiéndose hasta el infinito, tachonado de estrellas. Y, a su izquierda, el mundo —una explosión caleidoscópica de colores— vertido en él. Era «asombroso», dijo más tarde. «El pensamiento se detiene».

Solo, ataviado con su traje espacial, mirando hacia abajo a «seis mil millones de personas y toda la historia, toda la belleza y la poesía y todo lo humano», Hadfield dice que en ese momento aprendió algo que toda una vida de libros, conferencias y cálculos no le había podido enseñar: «El poder de la presencia del mundo, tal y como me lo mostró mi capacidad de verlo».

En este libro hemos ido viendo la manera en que, al menos en

el mundo occidental, hemos ido eliminando de forma inexorable la experiencia personal de nuestra comprensión del universo. En el pasado, la gente habitó un cosmos encantado (aunque a veces aterrador) compuesto de mitos, dioses y espíritus, donde el significado conformaba la realidad y los eventos celestes se entrelazaban con las vidas humanas y las creencias. A lo largo de los siglos, hemos ido aplicando un tamiz de leyes y ecuaciones matemáticas para separarnos de las estrellas. Siempre ha habido quienes se han opuesto, pero el panorama general —el gran logro científico— es evidente. Entendemos el universo como una realidad externa y separada que existe con independencia de nuestra manera de percibirlo, un reino físico que nació hace miles de millones de años antes de que nuestros antepasados miraran por primera vez el cielo y que continuará durante miles de millones más después de que se haya ido el último ser vivo.

En la actualidad, nuestro conocimiento del universo deriva de las mediciones que hacen los detectores y que procesan los ordenadores, y no de la observación personal del cielo. El acercamiento ha sido impresionante. Podemos sondear dentro de las nubes de polvo; fotografiar galaxias que se encuentran a una distancia increíble; explorar el resplandor del *Big Bang*; detectar ondas diminutas en el tejido del espacio-tiempo. Podemos escribir un informe basado en la evidencia sobre el estallido que originó la vida y predecir cómo puede terminar. Es una visión privilegiada del espacio y nosotros somos los primeros en vislumbrarlo. Suplantando a nuestros ojos, hemos logrado un conocimiento y hemos llevado a cabo unos descubrimientos científicos que están fuera del alcance de los sentidos.

Desde un punto de vista práctico, tampoco es necesario seguir mirando el cielo. La vida íntima de las sociedades antiguas se guiaba por los giros celestes, pero los actuales sistemas de navegación por satélite nos localizan con un simple clic y los relojes digitales marcan la hora con mucha más precisión de lo que jamás podría hacer el sol. Por otra parte, si alzamos la mirada al cielo, la contaminación lumínica nos impide verlo, de manera que es cierto que hemos olvidado lo que en el pasado significó. La

mayoría de la gente en Europa o en los Estados Unidos, por ejemplo, ya no puede ver la Vía Láctea, que hasta hace unas décadas era un gran río que cruzaba el cielo nocturno, tan brillante que la gente divisaba historias en sus sombras. Desde la perspectiva de la recopilación de datos, la desaparición de la Vía es molesta, pero no catastrófica, ya que los astrónomos pueden construir telescopios en las cimas de las montañas remotas, lejos de las luces artificiales, o enviarlos al espacio. Pero, ¿son los datos lo único importante? ¿Es que solo había números en nuestra visión de las estrellas?

No soy la única que se hace esa pregunta. En las últimas dos décadas, un número creciente de filósofos, psicólogos, neurocientíficos e incluso físicos han tratado de restablecer la experiencia consciente en la comprensión personal del universo, sin sacrificar por ello los métodos y conocimientos científicos que tanto ha costado elaborar. Su trabajo afecta a la forma en que nos vemos a nosotros mismos y a la manera en que nos relacionamos con el mundo y con el cosmos. En opinión de algunos, cuestiona incluso los elementos básicos de la realidad.

* * *

A lo largo de la historia, los escritores han manifestado sentimientos muy similares respecto al cielo nocturno, al margen de cuál fuera su origen o sus creencias religiosas. En el siglo primero, el astrónomo Ptolomeo afirmó que había olvidado su condición mortal mientras buscaba las estrellas giratorias: «Mis pies ya no tocan la tierra, están al lado del mismo Zeus, me lleno de ambrosía, el alimento de los dioses». Casi dos mil años después, en el siglo XIX, el filósofo y poeta suizo Henri-Frédéric Amiel tuvo una visión mientras estaba en una playa, tumbado de espaldas en la arena, contemplando el cielo nocturno y la Vía Láctea. Dicha visión indujo una ensoñación «grandiosa, vasta, inmortal, cosmogónica…, ¡cuando se llega a las estrellas, cuando se posee el infinito!».

Hoy en día, muchos de nosotros casi no podemos

contemplarlas con toda su intensidad, pero, cuando lo hacemos, nuestro asombro es idéntico. Hace unos veranos, en el curso de un proyecto tuve que refugiarme de una violenta tormenta eléctrica, que se había desencadenado en las remotas montañas de México, en una pequeña tienda individual. Cuando, por fin, dejó de llover, salí como pude de ella. Me sentía angustiada y sola, hasta que, al levantar la vista, tuve una descarga de adrenalina. Sobre mí se extendía un mar radiante y resplandeciente, un océano de luz que se desplegaba, no solo de un horizonte a otro, sino también en las profundidades de la eternidad. Por un instante, me sentí elevada, conectada, en casa.

Cuando pienso en ese momento, no recuerdo las constelaciones ni los planetas, ni la banda reluciente de la Vía Láctea. Solo en el poder increíble del cielo. En Londres, la ciudad donde vivo, el cielo nocturno es opaco y oscuro, con un resplandor de neón anaranjado y el vacío es apenas quebrado por unos puntitos luminosos que hacen lo que pueden. El velo se descorrió allí, como si hubiera regresado a algo de cuya pérdida no era siquiera consciente. Esa noche sin luna no era en absoluto oscura. Todo era plateado. Y solo se veían las estrellas.

Hasta hace unos años los científicos habían ignorado el aspecto más humano de la contemplación de las estrellas y prefirieron dejar esas reflexiones para los artistas y los poetas. Ahora, sin embargo, se están dando cuenta de que, lejos de ser una cuestión puramente estética, el contacto directo con el cosmos puede causar efectos profundos y prácticos en nuestra salud mental y en la manera en que decidimos vivir. Uno de los pioneros en este ámbito es Dacher Keltner, un psicólogo de la Universidad de California, en Berkeley. Después haber estudiado durante varios años emociones negativas como la ira y el miedo, decidió investigar un aspecto positivo de la experiencia humana, algo que pudiera desencadenar cambios poderosos y duraderos. Eligió el «asombro». En 2003, Keltner publicó la primera definición científica de esta emoción, describiéndola como la sensación que tenemos cuando nos enfrentamos a algo vasto, que trasciende nuestro marco normal de referencia y que nos obliga a luchar para

entenderlo.

Es una emoción que combina la admiración y el miedo, en que nos enfrentamos a una fuerza tan inmensa que nos empequeñece, o incluso amenaza con consumirnos por completo. Mientras que la maravilla, que tanto aman los científicos, es más cognitiva y a menudo implica el intento de resolver un rompecabezas, el asombro parece bloquear el pensamiento racional. Es el momento en que nos vemos obligados a ceder al misterio, cuando reconocemos que más allá de nosotros hay muchas cosas que no entendemos. Según Keltner, la inmensidad puede ser física o conceptual y las potenciales fuentes son numerosas: un líder poderoso, un acto de supremo sacrificio o virtuosismo o un paisaje natural grandioso como un bosque, un desierto, un océano o un desfiladero. Desde entonces, investigadores de todo el mundo han intentado despertar el asombro de sus voluntarios recurriendo a todo tipo de cosas, de esqueletos de dinosaurios a árboles altos. Pero nada supera al cosmos. Uno de los métodos más fiables y comúnmente utilizados para impresionar a la gente es mostrarle fotografías o vídeos del cielo estrellado.

Los resultados han sido sorprendentes y han revelado que incluso un asombro leve como el que pueden generar los experimentos de laboratorio, puede cambiar nuestro humor y nuestro comportamiento de forma significativa. En primer lugar, el hecho de mirar imágenes sorprendentes parece romper los patrones habituales de pensamiento, de manera que la gente se vuelve más creativa y se interesa más por el mundo. Unos psicólogos de Arizona descubrieron que, después de experimentar el asombro, los recuerdos que los voluntarios tenían de una historia breve mejoraban, porque estaban menos sesgados por las suposiciones previas y esto les permitía concentrarse mejor en lo que estaba sucediendo.

En otro estudio, las personas que habían sentido asombro fueron más originales en las pruebas, demostraron más interés por la pintura abstracta y mayor tesón en la resolución de rompecabezas difíciles. También se producen efectos duraderos en

la salud y en la calidad de vida. El equipo de Keltner descubrió que, después de haber experimentado asombro, la gente se siente más feliz y menos estresada, incluso al cabo de varias semanas y que eso se refleja en el físico: un estudio reveló que el asombro reduce los niveles de citoquinas, que causan las inflamaciones nocivas, y activan el sistema nervioso parasimpático, que calma la respuesta de combate o de huida.

Aún más interesante es que el asombro parece convertirnos en personas más amables. Después de sentir admiración, los voluntarios se preocupan menos por sus problemas y objetivos personales. En cambio, en todos los estudios aseguran que se sienten más conectados con las demás personas y con el mundo. Sus decisiones son más éticas, son más generosos y es más probable que se sacrifiquen para ayudar a los demás. Se preocupan menos por el dinero y cuidan más el medio ambiente. Sienten como si tuvieran más tiempo.

Los investigadores piensan que, al ampliar nuestra atención para poder abarcar una imagen mayor, el asombro reduce nuestro sentido del yo. En un estudio de 2017 Keltner descubrió que, después de haberse quedado deslumbrada, la gente hacía su firma más pequeña y se dibujaba a un tamaño menor (pero sin afectar a su sentido de estatus o autoestima). En 2019, unos neurocientíficos de los Países Bajos explicaron que mirando vídeos que despiertan admiración se aplaca la actividad en la «red de modo predeterminado» del cerebro, que incluye ciertas partes de los lóbulos frontales y de la corteza, que, según parece, están relacionados con nuestro sentido del yo. «El asombro genera el desvanecimiento del yo», me dijo Keltner. «La voz en tu cabeza, el interés propio, la confianza en uno mismo desaparecen». En consecuencia, nos sentimos más conectados con un todo superior: la sociedad, la Tierra, incluso el universo.

Los investigadores debaten sobre la manera en que evolucionó el asombro y el motivo por el que lo hizo. Keltner considera que la fuente primordial fueron los grandes gobernantes; otros han sugerido que la potente combinación de unión social y pensamiento creativo fue desencadenada por primera vez por

ciertas fuerzas naturales, como las tormentas eléctricas. Creo que no deberíamos subestimar la influencia del cielo nocturno, del espectacular océano luminoso que ha arrojado su luz a todas las sociedades desde los primeros destellos del pensamiento humano.

* * *

«¡Hermosa, es tan hermosa!», exclamó el cosmonauta soviético Yuri Gagarin, unos minutos después de que fuera puesto en órbita en abril de 1961 y se convirtiera en el primer ser humano en viajar al espacio. Gagarin no se refería a las estrellas ni al cosmos, sino a nuestro planeta. Más tarde, escribió y firmó un mensaje para el resto de la humanidad: «Gente del mundo, preservemos e incrementemos esta belleza, ¡no la destruyamos!».

Por lo visto, mirar hacia abajo es más impresionante que contemplar el cielo nocturno. A lo largo de la historia humana, los místicos y los chamanes —desde los habitantes de las cuevas a los meditadores y los artistas— han viajado a través del cosmos con la mente. Pero en el último parpadeo del progreso humano, unos pocos cientos de personas han podido viajar por fin al verdadero espacio. Los países que navegan por el espacio pretendían mostrar sus proezas tecnológicas y lograr la comprensión científica. Pero el mensaje más poderoso que trajeron los astronautas al regresar no fue factual ni científico. Los ordenadores no pueden descifrarlo y en ocasiones los cosmonautas deben hacer un esfuerzo para expresarlo con palabras. El conocimiento que estos viajeros desean compartir depende por completo de su experiencia consciente del espacio; no se mide ni calcula, solo se percibe y se siente.

Ante todo, hablan de la belleza, la vitalidad y la fragilidad de la Tierra e insisten en su belleza y en la necesidad de que se la proteja. En 1971, el astronauta del Apolo, James Irwin, miró hacia su hogar desde la superficie de la Luna: «Ese hermoso y cálido objeto viviente se veía tan frágil y delicado, que parecía que si lo tocabas con un dedo se podía desmoronar». El astronauta de la NASA, Ron Garan, que orbitó alrededor de la Tierra en 2008, también vio a nuestro planeta como «como un organismo vivo, que

respira», con una atmósfera tan fina como el papel para proteger todo lo que hay en él «de la muerte […], de la dureza del espacio».

A menudo regresan decididos a salvaguardar el medio ambiente. El cosmonauta ruso Yuri Artyushkin experimentó «un fuerte sentimiento de compasión y preocupación por el estado de nuestro planeta y por lo que los humanos estaban causando […]. Te encuentras haciendo guardia sobre la totalidad de la Tierra». Después de convertirse en el sexto turista espacial del mundo en 2008, el millonario y diseñador de juegos Richard Garriott vendió sus todoterrenos, instaló paneles solares y comenzó a invertir en energía verde y coches eléctricos.

Otros hablan de lo triviales que resultan allí las fronteras nacionales y los conflictos políticos, y los astronautas de cualquier nacionalidad subrayan que somos habitantes del mismo planeta. Como dijo Edgar Mitchell, tripulante del Apolo 14: «Desde la Luna, la política internacional parece sumamente mezquina. Te gustaría agarrar a un político por el pescuezo, arrastrarlo un cuarto de millón de kilómetros y decirle: "Mira eso, hijo de puta"». Contemplando la Tierra desde el espacio, «no ves las barreras de color, religión y política que dividen al mundo», afirmó el astronauta del Apolo 17, Gene Cernan. Lo que, en cambio, le impresionó fue «la humanidad, el amor, el sentimiento y el pensamiento».

Ese «efecto perspectiva» fue identificado en los años ochenta, pero ha sido objeto de creciente atención en los últimos años. En 2008, un grupo de astronautas, científicos y expertos espaciales crearon el Instituto Overview para compartir la experiencia de los astronautas y «acercar a la humanidad a la paz mundial». El documental *Overview* de 2012 y la serie *One Strange Rock*, que realizó National Geographic en 2018, difundieron el fenómeno entre el público, mientras que los avances en la realidad virtual y el turismo espacial suponen que muchas más personas podrán experimentar pronto el efecto de forma directa. Además, en 2016, unos psicólogos analizaron dicho efecto y lo describieron como un poderoso ejemplo de asombro. Según dicen, ver la Tierra desde fuera es el cambio de perspectiva definitivo, que fuerza a los

astronautas a dejar de concentrarse en sí mismos y a desviar su atención hacia aquello que es importante para el planeta en su conjunto.

Lejos de ser aterrador, el efecto produce sentimientos de euforia y unidad. El piloto científico del Skylab 4, Ed Gibson, experimentó «paz interior» en la órbita, mientras que el astronauta Jeff Hoffman lo llamó «un estado de gracia». Los astronautas a menudo describen un sentimiento de unión con la humanidad, la Tierra, o incluso con la totalidad del cosmos. Mae Jemison, que pasó una semana en el transbordador espacial Endeavour en 1992, se sintió conectado «con el resto del universo». A Chris Hadfield le conmocionó la sensación de que «existe algo muy superior a uno mismo, mucho más profundo, más antiguo, [con] una importancia natural que te hace sentir pequeño». James Irwin «experimentó el poder de Dios», mientras que Edgar Mitchell, mientras regresaba a casa desde la Luna, sintió que el universo entero era «de alguna manera, consciente». «Me abrumó la sensación de extenderme física y mentalmente en el cosmos», dijo. «Hubo un sorprendente reconocimiento de que la naturaleza del universo no era como me habían enseñado». Es como si su sentido del yo se encogiera tanto que el límite entre él y el resto del espacio se hubiera simplemente disuelto.

* * *

No hace falta ponerse en órbita para sentirse uno con el universo o para perder el sentido de uno mismo. Ese efecto se asocia a menudo con experiencias religiosas inducidas por rituales como la oración o la meditación. A principios del siglo XX, el psicólogo y filósofo William James reunió varios ejemplos famosos de diferentes creencias, desde la conciencia superior de los budistas iluminados hasta la meditación de cristianos como san Juan de la Cruz, que dijo haber entrado en «un inmenso e ilimitado desierto, un abismo de sabiduría», o santa Teresa de Jesús, que describió la unión de su alma con Dios.

No todas las experiencias que cita James son abiertamente

religiosas. El poeta Alfred Tennyson solía repetirse su nombre para inducir un trance de vigilia en el que «la individualidad parecía disolverse en un ser ilimitado». Pero todos comparten la experiencia de la fusión con una conciencia superior. La escritora e idealista alemana Malwida von Meysenbug estaba arrodillada a la orilla del mar cuando experimentó un «retorno de la soledad de la individualización a la conciencia de la unidad con todo lo que es […]. La tierra, el cielo y el mar resonaron como en una vasta armonía que rodeaba el mundo». El psiquiatra canadiense Richard Maurice Bucke estaba en un taxi tras haber pasado la noche discutiendo sobre filosofía con sus amigos cuando se vio «envuelto en una nube del color de la llama». Inmediatamente después, «no solo llegué a creer, *vi* que el universo no está compuesto de materia muerta, sino todo lo contrario: era una presencia viva».

Bucke denominó a esas experiencias «conciencia cósmica» y dijo que confieren a la persona «un sentido de inmortalidad […], no la convicción de que la tendrá, sino la conciencia de que ya la tiene». James los llamó «místicos» y concluyó que, aunque la gente interpretaba los detalles de manera diferente en función de sus creencias originarias, todos describían esencialmente lo mismo: el sentido de unidad con un cosmos consciente, caracterizado por la inmensidad, la intemporalidad, la seguridad y el reposo (y lo que muchas de sus fuentes describen como «amor»). Varias décadas más tarde, el escritor británico Aldous Huxley sugirió que ese núcleo común de conocimiento forma «un sustrato inmemorial y universal que subyace en todos los caminos religiosos y espirituales».

La ironía es que los astronautas, lanzados al espacio gracias al poder de la ciencia y la tecnología, parecen estar regresando con el mismo mensaje sobre el universo que los exploradores espirituales han transmitido durante milenios. De manera que la pregunta es: ¿pueden esas experiencias revelarnos algo útil sobre el universo o sobre nosotros mismos?

Todas parecen implicar un estado de conciencia que los psicólogos llaman ahora «trascendencia», en la que el yo no solo se reduce, sino que se rinde por completo. Esos hechos extremos son

raros y han sido difíciles de estudiar directamente; todo lo que James pudo hacer fue reunir una serie de relatos personales. Pero los científicos cuentan desde hace poco con un nuevo y poderoso medio para investigar sobre las nuevas dimensiones de la conciencia: las drogas psicodélicas. Dichas drogas fueron recibidas con entusiasmo en los años cincuenta —el LSD fue creado en un laboratorio suizo utilizando hongos que contenían el alucinógeno psilocibina, propio de las culturas chamánicas de México— y se descubrió que provocaban estados trascendentales uniendo los receptores de serotonina del cerebro.

En los años sesenta y setenta se realizaron decenas de miles de estudios con psicodélicos para tratar el alcoholismo, la adicción a las drogas y la depresión. Pero los estudios no siempre fueron rigurosos y el exceso de entusiasmo de algunos investigadores los llevó a repartir las drogas como si fueran caramelos. Temiendo los riesgos implícitos para la seguridad, por no mencionar el sentimiento antisistema que los psicodélicos parecían alimentar, las autoridades estadounidenses y europeas los prohibieron y pusieron punto final a la investigación. Solo en la última década, varios científicos han obtenido de nuevo permiso para investigar los efectos de las drogas psicodélicas en condiciones de estricto control. El primer estudio, dirigido por el farmacólogo clínico Roland Griffiths de la Universidad Johns Hopkins, se publicó en 2006. Los participantes describieron experiencias de fusión con una realidad suprema y consciente, que algunos interpretaban como divina. Uno contó que había estado «en el vacío», donde no existían ni el tiempo ni el espacio, solo el amor. También dijeron que después del viaje habían vuelto a creer en la existencia de una vida después de la muerte.

Tres cuartas partes de los voluntarios experimentaron lo que Griffiths y sus compañeros calificaron como una experiencia mística «completa», lo que sugería que, en lugar de ser una distorsión rara de la conciencia, dichos estados son «biológicamente normales». Alrededor de dos tercios de los participantes afirmaron que el viaje había sido una de las experiencias más significativas de su vida. Desde entonces, la

evidencia de los beneficios que procura la psilocibina —consumida en ambientes bien controlados— se ha reforzado. Las personas que toman psilocibina en lugar de placebo se sienten más felices y altruistas y afirman seguir experimentando un mayor bienestar y satisfacción por la vida incluso más de un año después.

Al igual que sucedió en los años sesenta, existe un gran interés por el uso de drogas como la psilocibina en el tratamiento de trastornos psiquiátricos como la depresión y la adicción, además de la ansiedad en los pacientes de cáncer que se enfrentan a un diagnóstico terminal. Un ensayo realizado en 2016 con pacientes enfermos de cáncer y dirigido por Griffiths reveló que después de haber tomado psilocibina los participantes se sentían menos deprimidos y ansiosos y experimentaban un mayor bienestar, la sensación de que la vida tenía sentido, optimismo y aceptación de la muerte; los efectos se mantuvieron durante seis meses. Uno de ellos escribió en su diario que había visitado un lugar de «alegría pura» donde había aprendido que «los asuntos terrenales» como la comida, la música o la arquitectura —incluso el cáncer— eran triviales, y que nuestra existencia es infinita. «Ahora tengo conocimiento», escribió, «de una conciencia que va más allá del intelecto […], de que mi vida, cada vida, y todo el universo, es igual a una cosa […]: el amor». Otro paciente, que participó en un estudio en California, tenía tanto miedo a morir que no lograba disfrutar del tiempo que le quedaba, pero tan pronto como la psilocibina comenzó a funcionar «sabía que no tenía nada que temer. Me conectaba con el universo».

Entretanto, los neurocientíficos del Imperial College de Londres, liderados por Robin Carhart-Harris, escanearon los cerebros de voluntarios que consumían psilocibina y LSD para investigar los efectos que producían esas drogas en el cerebro. Descubrieron que, al igual que el asombro, las sustancias psicodélicas reducen la actividad en la red neuronal por defecto (RND), una consecuencia que se relaciona con un sentido de lo ilimitado y con la pérdida de consciencia de sí mismo. «Tengo la sensación de que es la misma cosa», me dijo Carhart-Harris. «Las drogas psicodélicas desvían el sistema natural y aceleran las

experiencias de asombro de la gente».

Así pues, los resultados de esos estudios ayudan a explicar lo que sucede en el cerebro no solo cuando las personas toman drogas psicodélicas, sino cuando miran las estrellas, se conectan con la naturaleza, meditan o viajan al espacio. Además de reducir el sentimiento del propio yo, los límites entre las partes que suelen estar segregadas del cerebro se rompen, impulsando la creatividad y el pensamiento flexible. Quizá por ese motivo tales estados pueden desencadenar cambios duraderos en las actitudes y la personalidad, algo inusual en los adultos, en los que esos rasgos se consideran normalmente fijos. De hecho, Carhart-Harris y otros sugieren que esos estados pueden ayudar a revertir los patrones rígidos de pensamiento que desarrollamos a lo largo de nuestras vidas. Los niños pequeños son muy flexibles y adaptables, su sentido del yo es fluido, pero a medida que vamos madurando hacia la edad adulta, nuestra identidad se endurece y nuestros pensamientos y conductas se anquilosan en lo que se conoce como caminos trillados.

Los patrones prescritos nos permiten ser más eficientes, porque no debemos resolver todo desde cero, pero a la vez disminuyen nuestra apertura a nuevas ideas y pueden ser perjudiciales en algunas situaciones, como la depresión, cuando las personas quedan atrapadas en los surcos del pensamiento negativo. Carhart-Harris sugiere que los efectos del asombro en el neurotransmisor serotonina pueden aflojar esas cadenas. Cuando nos enfrentamos a un desafío que supera nuestra forma de pensar actual, permiten que nuestro cerebro se amolde.

El punto de vista científico tradicional, que sustenta nuestra sociedad moderna, es que nuestra conciencia, racional y alerta, ofrece la visión más precisa y útil de la realidad, tanto de lo que nos rodea como del cosmos en su conjunto. En ciertas áreas de la vida como los negocios, la política, la medicina y la educación, tendemos a confiar en el pensamiento racional y, por tanto, a darle prioridad. Además, desdeñamos el asombro y la admiración como algo infantil, y desestimamos los estados trascendentales como algo que no tiene sentido o que puede ser una distorsión sospechosa, un

artefacto confuso que refleja la manera en que están conectados nuestros cerebros. Pero esta imagen empieza a parecer defectuosa.

La investigación descrita hasta ahora en este capítulo insinúa que, en lugar de contraponer la realidad y la alucinación, podríamos considerarlas estados diferentes de conciencia, como si se tratase de un dial donde nuestra percepción aparece muy filtrada en un extremo y como un flujo de banda ancha en el otro. Ir demasiado lejos en cualquier dirección genera la enfermedad mental y la incapacidad para funcionar en el mundo, pero ambas representan la realidad. De hecho, los beneficios que, según los estudios, producen los estados de asombro y los psicodélicos, sugieren que tenemos que equilibrar ambas direcciones para poder disfrutar de una vida y una sociedad saludables.

Si nuestros filtros son estrechos, tendremos un fuerte sentido de nuestra persona, que nos permitirá concentrarnos en los detalles, pensar de manera lógica y relacionarnos de forma eficiente con el mundo físico, pero esa percepción no solo es limitada y aislante, además está conformada por sesgos y creencias preexistentes. Por otra parte, la conciencia expandida del asombro y la trascendencia nos inculca la flexibilidad, la creatividad y la conexión. Gracias a ella podemos captar una realidad mayor, que nos permite relativizar las apremiantes preocupaciones diarias y tomar decisiones que, no solo nos hacen más felices como individuos, sino que también protegen el planeta y trabajan en beneficio de la humanidad en su conjunto.

A Keltner, por ejemplo, le preocupa que la sociedad haya perdido la capacidad de maravillarse. La concentración en los teléfonos inteligentes y en las pantallas en lugar de en los amplios horizontes de la naturaleza supone que rara vez nos vemos obligados a afrontar el miedo a la inmensidad de lo desconocido. «Creemos que la ausencia de asombro ha generado un gran cambio social que se ha podido observar ampliamente en los últimos cincuenta años», escribió con un compañero en *The New York Times* en 2015. «La gente se ha vuelto más individualista, más centrada en sí misma y más materialista, y se relaciona menos con los demás».

El dial se puede equilibrar de varias maneras: además del tratamiento con drogas, los expertos sugieren un sinfín de métodos como el compromiso con la naturaleza, el arte, la meditación *mindfulness* o la inmersión en realidad virtual. En mi opinión, deberíamos luchar para preservar la experiencia exterior más extraordinaria —que ha sido fundamental para la existencia humana durante milenios y que ahora se está desvaneciendo a gran velocidad—: el cielo estrellado. Contemplar las estrellas no nos enseña necesariamente nada. Su valor es aún mayor, porque nos permite pensar de forma diferente sobre lo que conocemos.

Pero este no es el final del camino. Una de las características clave de los estados trascendentes extremos, que han compartido muchos observadores de estrellas, místicos, astronautas y drogadictos, es la insistencia común en que la gran conciencia que se experimenta es completamente real; que la propia conciencia solo es una gota infinitesimal en un vasto océano que subyace bajo la existencia. Para aquellos que lo experimentan, ese conocimiento es a menudo inatacable, una convicción tan poderosa que puede cambiar su forma de vivir y ayudarles a vencer el miedo a la muerte. Pero, ¿es además una mirada a la verdadera realidad del universo?

William James citó al poeta del siglo XIX John Symonds, quien solía preguntarse «con angustia, al despertar de ese estado informe del ser plenamente sensible, despojado, ¿cuál es la irrealidad?». James no experimentó esos estados místicos: «Mi constitución me priva casi por completo de ese goce». Más tarde, después de haber padecido una intoxicación por óxido nitroso, se convenció para siempre de que la conciencia normal de la vigilia «solo es un tipo especial de conciencia, mientras que todo lo demás, separado por una pantalla extremadamente diáfana, subyace bajo formas potenciales de conciencia muy diferentes». Insistió en que «ninguna descripción del universo puede ser definitiva en su totalidad, de manera que se ignoran bastante las restantes formas de conciencia».

A finales del siglo XX, cualquier indicio de «conciencia cósmica» se asociaba de inmediato a la pseudociencia; plantearla

en los círculos científicos más respetados podía destrozar una carrera. La respuesta autorizada a la pregunta de Symonds es que la sensación de fusión con una conciencia superior es ilusoria: parte del ruido que se produce cuando la perspectiva de nuestro cerebro se amplía demasiado. La mayoría de los científicos estaría de acuerdo con el periodista Michael Pollan, que popularizó la investigación sobre los estados de éxtasis en un libro publicado en 2018, titulado *Cómo cambiar tu mente: lo que la nueva ciencia de la psicodelia nos enseña sobre la conciencia, la muerte, la adicción, la depresión y la transcendencia*, donde llegaba a la conclusión de que, con posterioridad a todas sus experiencias: «Todavía tiendo a pensar que la conciencia *debe* estar confinada en el cerebro».

En los últimos años, sin embargo, a medida que los investigadores han empezado a dar más credibilidad a los estados trascendentales, la opinión sobre esta cuestión fundamental ha comenzado a cambiar. Los filósofos y los físicos disidentes están volviendo a explorar la idea de que la mente puede mantener unidos los hilos de la realidad.

* * *

Este nuevo argumento sobre la manera en que nuestras mentes se relacionan con el cosmos —la forma en que lo mental se relaciona con lo físico— solo es la última batalla de una feroz y prolongada guerra filosófica. Como hemos visto, Descartes separó el alma de la materia en el siglo XVII y describió el universo como una máquina que funcionaba de acuerdo con reglas físicas. Galileo reforzó ese modelo e insistió en que el libro de la naturaleza está escrito en las matemáticas; también Newton lo corroboró con sus célebres leyes físicas. Pero no todos estuvieron de acuerdo en que los aspectos objetivos y subjetivos del universo fueran tan fáciles de separar.

Algunos contemporáneos de Newton, como Gottfried Leibniz y Baruch Spinoza, afirmaron que el mundo físico y el mental derivaban de la misma sustancia; los dos defendían ciertas versiones del panpsiquismo, que veía la mente como un atributo fundamental de la materia. En el siglo XVIII surgieron diferentes

formas de idealismo aún más extremas, que afirmaban que el mundo físico procedía de la mente. El filósofo de la Ilustración, Immanuel Kant, contrario a la idea de que podemos entender la totalidad del mundo físico con la razón, sostuvo que la realidad que percibimos —incluso la estructura del espacio y el tiempo— es inevitablemente una muestra de la manera en que funciona nuestra mente y que, por tanto, no puede decirnos nada definitivo sobre lo que hay fuera de ella. El obispo y filósofo irlandés, George Berkeley, negó que los objetos físicos pudieran existir con independencia de nuestra mente, argumentando que «ser es ser percibido».

En el siglo XIX y a principios del XX, mientras James exploraba la conciencia y los artistas modernos luchaban por liberarse de la lógica y el realismo, empezó a considerarse obvio que la física, que estudia las propiedades físicas y objetivas, dejaba algo intacto en la naturaleza. James recibió la influencia del filósofo francés Henri Bergson, que enfatizaba sobre los límites de las matemáticas y la lógica. Según Bergson, los problemas aparecen cuando empezamos a creer que las reglas abstractas y las leyes de la física son en cierta medida más precisas y reales que las experiencias de las que derivan. Vemos la vida al revés. Pensamos que nuestra percepción, nuestra existencia, es una versión acotada de la verdad matemática subyacente. Como dijo Bergson: «Damos una explicación mecánica de un hecho y luego sustituimos la explicación por el hecho». Cuando, en realidad, arguyó, las ecuaciones y los gráficos no son capaces de captar ni la voluntad completa y vibrante ni la complejidad del universo real donde vivimos.

Incluso el filósofo Bertrand Russell, defensor de la lógica y la ciencia, señaló en los años veinte que la física solo puede explicar el comportamiento de la materia, no su naturaleza intrínseca (incluso si esta incluye o no la conciencia). «La física no es matemática porque sepamos mucho sobre el mundo físico, sino porque sabemos muy poco», afirmó. «Solo podemos descubrir sus propiedades matemáticas». Arthur Eddington, cuyas observaciones sobre el eclipse de 1919 confirmaron la teoría de la relatividad de Einstein, se valió en 1928 del argumento de Russell para señalar

que, de hecho, en un caso conocemos la materia desde el interior: el de nuestros cerebros, que son, por supuesto, conscientes. En este sentido, ¿no es lo más simple suponer que el resto de la materia tiene una naturaleza similar? Parece «bastante estúpido», objetó, insistir en que la materia física no se puede experimentar por definición y a continuación preguntarse de dónde procede la experiencia.

Al mismo tiempo, la mecánica cuántica cuestionaba lo que sucedía en el nivel inferior de la existencia. Mientras los físicos siguen profundizando para estudiar la materia a escalas más pequeñas, la realidad objetiva parece escurrirse entre sus dedos. En lugar de encontrar partículas con propiedades definidas, que existen en lugares definidos, sus experimentos y las ecuaciones obtenidas a costa de mucho esfuerzo solo dan como resultado meras probabilidades. Todas las realidades posibles parecen estar en juego hasta que hacen una medición, entonces la nube de posibilidades se colapsa de forma abrupta en la única realidad que se observa. De ahí deriva la famosa interpretación de Copenhague, según la cual no tiene sentido hablar de una realidad objetiva diferente de la que observamos. Dicha interpretación lleva además implícita la idea de que en lugar de físicos que registran lo que hay en el exterior —el dogma desde los tiempos de Newton—, es el acto de mirar el que hace surgir el resultado de alguna manera.

Desde el principio, a algunos físicos les horrorizaba la posibilidad de que nuestras mentes conscientes pudieran determinar el momento y el modo en que aparecen las partículas. «La luna no existe solo cuando la miramos», afirmó Einstein. Su colega, Max Planck, consideró el ataque científico a la realidad objetiva como un «momento de crisis» que amenazaba incluso a la civilización, pero otros pioneros cuánticos atribuyeron una función a la mente con la esperanza de que su trabajo pudiera contribuir a unificar la ciencia y el misticismo. La convicción de Einstein de que la realidad existe con independencia de la mente era un «prejuicio filosófico», dijo Wolfgang Pauli. Erwin Schrödinger argumentó que «el universo material y la conciencia están hechos de la misma materia» y añadió que la ciencia necesitaba «una pequeña

transfusión de sangre del pensamiento oriental».

Después de la Segunda Guerra Mundial este acalorado debate terminó. A pesar de que no llegó a resolverse el papel que juega el observador consciente, a lo largo de los años cincuenta los físicos interpretaron de otra manera sus extraños resultados, considerando si las partículas no podrían estar dirigidas por una onda piloto oculta, imposible de medir, o si la realidad se dividía en múltiples universos paralelos (una idea denominada «muchos mundos») cada vez que se observaba. Aunque no se han podido probar en experimentos, esas aproximaciones ayudaron a preservar el concepto de realidad objetiva, y la teoría cuántica demostró ser extremadamente precisa para predecir el comportamiento del mundo físico. Los científicos redujeron el nivel de la discusión filosófica y siguieron estudiando ese mundo.

En la segunda mitad del siglo XX empezó a predominar el enfoque dirigido a entender la naturaleza. Gracias a la relatividad general y a la teoría cuántica, los físicos y los astrónomos comprendieron mejor el universo y elaboraron una imagen detallada de su historia hasta justo un instante después de que se produjera el *Big Bang*. Entretanto, los biólogos lograron un poder sin precedentes para explicar los misterios de la vida. El descubrimiento en 1953 de la estructura del ADN, unido a la teoría de la selección natural, supuso un gran salto hacia adelante en la comprensión de la manera en que evolucionan y se heredan los rasgos.

Incluso los atributos humanos en apariencia subjetivos —las emociones, las percepciones, la moral— podían explicarse de forma objetiva como disposiciones de comportamiento seleccionadas por su valor para la supervivencia. Y los estados de conciencia diferentes cada vez parecían más relacionados con estados físicos y mecanismos cerebrales. Nuestra conciencia «se puede cortar en dos con un cuchillo, puede ser alterada por ciertos elementos químicos, ponerse en marcha o detenerse con la electricidad y extinguirse debido a un golpe fuerte o a la carencia de oxígeno», señaló Steven Pinker en su libro de 1997, *Cómo funciona la mente*, añadiendo que lo mismo se podía decir del alma

supuestamente inmaterial.

Por lo visto, la ciencia demostraba que la conciencia no es un elemento fundamental ni un ingrediente necesario en el cosmos. En lugar de eso, es un efecto secundario accidental o un subproducto de la evolución totalmente derivado de la actividad física de nuestras neuronas y dependiente de ellas. El olor a café o el pinchazo de una aguja, la fuerza arrolladora del amor maternal o el asombro transcendental que nos produce el brillo de las estrellas son en su totalidad experiencias ornamentales. No tienen un papel causal, porque todo lo que sucede en el universo puede reducirse a las partículas y las fuerzas y está determinado por leyes físicas. Podemos sentir que se nos ocurren ideas o que tomamos decisiones, pero nuestra conciencia solo es fruto de las vías neuroquímicas del cerebro.

Hubo protestas. Si la vida es un accidente fortuito, ¿por qué da la impresión de que el universo se ajusta como un guante a nuestra existencia, con atributos físicos como la velocidad de la luz o las propiedades del átomo de carbono adecuados para crear criaturas vivas y pensantes? Además, está la simplicidad, la previsibilidad e incluso la belleza que hay en lo más profundo de las ecuaciones que describen la estructura del cosmos, justo donde podría haber existido el caos. Respondiendo a esas cuestiones, los físicos apelaron al concepto de «multiverso», una de cuyas versiones incluye una serie de universos infinitos y paralelos, que brotan continuamente unos de otros con diferentes leyes físicas. Para poder hacer esas preguntas tendríamos que estar en un universo susceptible de soportar formas avanzadas de vida, incluso si hay muchas otras que no puede sostener. No se requiere un propósito ni un diseño, solo la casualidad ciega.

Otro misterio era por qué la conciencia había evolucionado, dado que los zombis con la misma actividad neuronal, pero sin experiencia interior, también habrían funcionado. O cómo podía surgir la naturaleza rica y cualitativa de la conciencia reacomodando simplemente unos átomos muertos y mudos. Este antiguo problema fue puesto de relieve en 1994 por el filósofo David Chalmers, que planteó la «difícil cuestión» a sus compañeros:

¿cómo se pueden describir mediante ecuaciones físicas el dolor, la curiosidad o el color rojo? Algunos respondieron eliminando la pregunta sin más. Un defensor de este planteamiento es el filósofo Daniel Dennett, quien argumenta que la idea de que existe algo más allá de la física —algo que se siente, una subjetividad extraordinaria y especial que nos distingue de los zombis— es «una ilusión». Fuera de las propiedades objetivas que estudian los científicos —la actividad física de las neuronas y el comportamiento medible que resulta de ella— no hay nada más que explicar sobre la conciencia.

En última instancia, la reivindicación es que la capacidad de la ciencia para dar un sentido al mundo es tan poderosa que puede explicarlo todo. Gracias a ella podemos transcender la perspectiva y el cosmos humano y podemos ver las cosas tal y como son. No te dejes engañar por las pasiones y la poesía: los humanos son «vehículos robot programados a ciegas para preservar las moléculas egoístas conocidas como genes» (Richard Dawkins); «nada más que un paquete de neuronas» (Francis Crick); «escoria química en un planeta de tamaño moderado» (Stephen Hawking). Puede que este punto de vista no sea muy bueno para nuestro orgullo, pero es innegable que ha tenido mucho éxito en términos de predicción y manipulación del mundo físico. «La visión reduccionista del mundo es escalofriante e impersonal», admitió el cosmólogo Steven Weinberg en su libro de 1992, *El sueño de una teoría final: la búsqueda de las leyes fundamentales de la naturaleza*. «Tiene que aceptarse tal y como es, no porque nos guste, sino porque es la forma en que el mundo funciona».

La última generación de físicos famosos ha adoptado un tono más conciliador. Puede que solo seamos pasajeros accidentales en un universo estéril y sin sentido, pero, aun así, podemos valorar nuestra única y pequeña ventana de inteligencia y autoconciencia. El físico especialista en partículas, Brian Cox, propone que nos celebremos como «el mecanismo por el que el significado entró en el universo». En su libro de 2017, *The Big Picture*, el cosmólogo Sean Carroll abogó por el «naturalismo poético», enfatizando que somos «personas que piensan y sienten» con muchas maneras de

hablar del mundo. El experto en la teoría de cuerdas, Brian Greene, adoptó también esta línea en 2020 en su obra *Until the End of Time*, en la que dedicó varios capítulos a la manera en que la religión, la literatura y el arte contribuyen a la «nobleza del ser».

Pero, en el fondo, la visión de la humanidad sigue siendo muy dura. Carroll insiste en que no existe un «reino mental propio de la existencia». Poco importa qué historias nos contamos en la vida diaria, dice, nuestros sentimientos solo son «conjuntos de palabras» que usamos en el mapa de los estados físicos de las neuronas en nuestro cerebro. Eso es todo. A medida que elaboramos y celebramos nuestro significado, debemos aceptar que nuestra vida interior —nuestras sensaciones, deseos, valores, sentimientos, elecciones, creencias— carecen de existencia y significado en el mundo físico.

Greene también anticipa que la física convencional justificará la totalidad de la conciencia. «Las matemáticas mandan», escribe. «Somos seres físicos integrados por grandes colecciones de partículas gobernadas por las leyes de la naturaleza. Sentimos que somos los últimos responsables de nuestras elecciones, decisiones y acciones, pero la historia reduccionista deja bien claro que no lo somos. Ni nuestros pensamientos ni nuestros comportamientos pueden liberarse de las garras de la ley física».

Para la corriente científica actual, este es el último paso en nuestra comprensión de la realidad, el destino final del viaje trazado en este libro. No hay un reino mental inalcanzable para las mediciones físicas y, a pesar de que la ciencia no ha ultimado aún todos los detalles, su enfoque y sus métodos pueden decirnos por fin todo lo que necesitamos saber. Claro que cada uno de nosotros puede dar significado a su vida, pero en lo que respecta al universo, «tú» (como en tu mente, tu experiencia, tu yo) solo es un efecto secundario accidental y transitorio de las interacciones entre partículas ciegas o no existe en absoluto.

Esta visión del mundo ha sido fuertemente impulsada como la única alternativa racional a la creencia en dioses o almas sobrenaturales, pero, a medida que avanza el siglo XXI, vemos que el terreno empieza a cambiar. Cada vez más figuras respetables

arguyen que, incluso sin dios, la ciencia se pierde algo grande. En 2012, el filósofo ateo Thomas Nagel lamentó en su libro *La mente y el cosmos* que la mezcla convencional de materialismo reductor y darwinismo «es incapaz de proporcionarnos una explicación apropiada de nuestro universo». Sus declaraciones fueron objeto de duras críticas —Steven Pinker escribió en Twitter que el libro contenía «un razonamiento de pacotilla de un gran pensador», mientras que Dennett afirmó que no valía nada—, pero Nagel no está solo. Destacados científicos, como el físico Paul Davies y el biólogo Stuart Kauffman, niegan que exista un dios sobrenatural, pero se preguntan si los rompecabezas cósmicos como el ajuste fino del universo y la conciencia pueden reducirse de verdad a simples accidentes aleatorios.

Davies, Kauffman y otros han sugerido que las leyes físicas, tal como las conocemos, podrían no explicarlo todo. Puede que haya algún principio extra, aún por descubrir, que ha ido empujando al universo hacia la complejidad para que la vida y la conciencia pudieran surgir. Por otra parte, una pequeña pero creciente minoría de filósofos está respondiendo de forma diferente, resucitando una idea que hace apenas unos años habría despertado hilaridad: el panpsiquismo. Argumentan que quizá hemos comprendido la realidad al revés. Tal vez la conciencia, en lugar de ser una ilusión o un añadido tardíos y accidentales al universo, esté a fin de cuentas en todas partes.

Uno de los pioneros de este movimiento es el filósofo británico Galen Strawson, quien afirma que jamás habría imaginado que acabaría siendo panpsiquista; se describe a sí mismo como un materialista incondicional, convencido de que todo en el universo es físico. Pero a la vez insiste en que la conciencia es real —el hecho de que somos conscientes es «sin duda, la mayor certeza que tenemos»— y rechaza la idea de que surgió de la nada. Si los átomos pudieron dar un salto hacia una naturaleza tan radicalmente nueva con solo reorganizarse a sí mismos, argumenta, cada vez que eso se produjo fue un milagro, un profundo abismo explicativo en una escala que no se da en ninguna otra parte de la ciencia: «Eso es lo que me lleva a pensar

que tiene que haber experiencia o conciencia en el fondo de las cosas». Que ha estado aquí desde el principio.

La ciencia se ha extralimitado al insistir en que la materia no puede ser consciente, dice Strawson. El argumento de Russell y Eddington es muy sólido: la física no puede decirnos nada sobre la naturaleza intrínseca de las partículas que estudia y si la conciencia solo es un aspecto extra de la materia física regular (aunque no la podamos medir con instrumentos científicos), no hay ningún salto que explicar. Al igual que la evolución conformó la materia rudimentaria en nuestros complejos cuerpos físicos, la «evolución también halló la conciencia y le dio forma en nuestros sentidos y en nuestras mentes».

La visión de un cosmos consciente no fue fácil de plantear. Strawson se sintió abrumado cuando comprendió las fuertes implicaciones de la idea: «La impresión me duró quince días». Y cuando publicó un artículo defendiendo el panpsiquismo en 2006 se burlaron de él. Pero desde entonces la idea de que existe una conciencia más allá del cerebro de los mamíferos tiene cada vez más aceptación. Los biólogos están considerando la posibilidad de que la conciencia pueda extenderse al reino animal, al menos hasta los pulpos y las abejas. Algunos discuten sobre la posibilidad de que las plantas y los mohos mucilaginosos no solo sean inteligentes, sino también conscientes.

Los neurocientíficos reflexionan sobre cómo podría ser la conciencia en los ordenadores y los extraterrestres, mientras un nuevo enfoque popular, denominado Teoría de la Información Integrada (TII), apunta a que la conciencia surge en cualquier sistema físico que procese información de cierta manera. Por otra parte, en el ámbito de la filosofía existe lo que Chalmers describe como «una nueva generación de filósofos convencidos de que necesitamos revisar nuestro punto de vista sobre el mundo físico para acomodar en él la conciencia». Algunos se sienten atraídos por la TII, pero tras el trabajo de Strawson han vuelto a aparecer versiones más radicales del panpsiquismo. Jóvenes académicos que en el pasado no expresaban su opinión sobre el panpsiquismo ahora están haciendo carrera con él pronunciando conferencias o

dándose a conocer con artículos en las revistas y libros populares, como *Galileo's Error*, escrito por el filósofo Philip Goff y publicado en 2019.

Contrariamente a la creencia popular, los panpsiquistas modernos no sugieren que las sillas, las piedras o las cucharas sean conscientes. Varios de ellos apuntan a que ciertas partículas fundamentales, como los quarks o los electrones, tienen alguna forma simple de conciencia, pero eso no supone una conciencia superior, excepto en casos especiales como el cerebro. Más relevantes para la investigación sobre los estados trascendentales descritos con anterioridad en este capítulo son los que apuntan a un extenso campo de conciencia, una visión conocida como «cosmopsiquismo».

La mayoría de los físicos actuales describen el universo como un conjunto de campos entrelazados, con partículas fundamentales como oscilaciones energéticas en su interior. Hay un campo electromagnético, un campo gravitacional y campos para las diferentes partículas subatómicas como los quarks, los neutrinos y los electrones. Vemos que los objetos, desde los fotones a los planetas, tienen identidad propia, pero que, al mismo tiempo, forman parte de un todo superior. ¿Qué pasa si la conciencia es una propiedad fundamental de dichos campos? Freya Mathews, una filósofa cosmopsíquica de la naturaleza que vive en Australia, utiliza la metáfora de un gran océano surcado por corrientes y olas. Desde este punto de vista, nuestras mentes serían como intrincados remolinos o vórtices en el interior de dicho océano: una parte continua del campo total, pero con una discreta experiencia interior a la que no se puede acceder desde fuera.

Mientras que Strawson afirma que llegó al panpsiquismo empujado por argumentos racionales, otros se han dejado influir por las experiencias. Mathews, por ejemplo, ha descrito una visita a Hamilton Downs, una vieja granja ganadera de la Australia rural, durante la que se sintió «como si uno estuviera montando algo vivo fuera, un dragón, una gran serpiente, una corriente de energía». Otro ejemplo es el filósofo israelí de la conciencia, Itay Shani. Al principio de su carrera, a Shani no le gustaba la manera en que las

teorías convencionales ignoraban las experiencias en primera persona. Más tarde, un viaje a las calas rocosas de Nueva Escocia cambió su perspectiva.

Mientras estaba en compañía de unos amigos entre bosques y aguas del océano, empezó a sentirse inusualmente relajado y conectado con el entorno. Al cabo de unos días, visitó un lugar llamado Peggy's Cove, donde los antiguos glaciares habían tallado y esculpido el granito, y quedó abrumado por su belleza. «Las rocas resplandecían luminosas», dijo. El tiempo se desvaneció y se sintió como si hubiera abandonado su cuerpo y estuviera viajando por el universo, rumbo a las estrellas distantes. Las luces lo atravesaban, explicó, y experimentaba una profunda sensación de paz, euforia y unidad, como si bajo la realidad hubiera «un corazón que late».

En opinión de Shani, la idea de un cosmos consciente no solo tiene más sentido que la perspectiva puramente racional, sino que, además, explica las experiencias espirituales que la gente ha expresado durante milenios. Nuestra conciencia de vigilia normal filtra todo, salvo un sutil espectro de la experiencia, pero quizá los estados trascendentales nos permitan acceder a otro aspecto de realidad y entrar en contacto con un campo de conciencia superior. Esta idea subyace en muchas filosofías orientales, como es el caso del ser eterno e inmutable o «madre» del taoísmo. En los últimos tiempos, figuras como Deepak Chopra, que aboga por la medicina alternativa, o el parapsicólogo Rupert Sheldrake han popularizado esta visión, mezclándola a menudo con afirmaciones sin fundamento como las referentes a la telepatía y a la curación por la fe, que suelen ridiculizar los científicos. Pero Shani replica que no deberíamos descartar que exista un campo de conciencia más amplio. Sabemos que lo que la ciencia puede decirnos es limitado, me dijo. «James y su generación incidieron en esta posibilidad una y otra vez. Tenemos que encontrar la manera de tomarnos en serio la experiencia, incluidas las afirmaciones sobre las vivencias transpersonales».

Al igual que los psicólogos que estudian el asombro y la trascendencia, muchos de los filósofos que abogan por alguna forma de conciencia cósmica creen que el enfoque tiene

implicaciones prácticas. «Desde entonces, no ha pasado un día en que no piense en ello», dice Shani sobre la experiencia que vivió en Peggy's Cove. «Se convierte en el sostén de todo lo que haces». Shani piensa que el panpsiquismo nos ayuda a entender el anhelo humano universal de conexión, de «algo más». «Es una manera de intentar explicar que, en efecto, eres una parte incompleta de algo». La investigación revela que las experiencias trascendentales pueden aumentar nuestra sensación de bienestar apartándonos de nosotros. Shani va más lejos. En su opinión, vivir una vida con sentido puede implicar «una mayor sintonía con el centro de las cosas que hay más allá».

Mathews, por su parte, considera que el panpsiquismo es vital para nuestra existencia continua en este planeta. El materialismo occidental, argumenta, formula el mundo como un telón de fondo inerte para la presencia humana y la naturaleza como una mercancía, una fuente de materia prima que podemos manipular y dominar. Pero la biosfera se está descomponiendo. Para curar el daño, pretende que concibamos la Tierra como un sujeto activo, como una presencia por derecho propio que merece cuidado y respeto y que (gracias a las percepciones derivadas de las experiencias trascendentales) puede transmitir una sabiduría propia.

* * *

El panpsiquismo no es la única sugerencia actual sobre la manera de incorporar la conciencia al universo. Otras ideas proceden de la misma ciencia, incluida la física cuántica. Aunque ese ámbito se desplazó hacia el realismo tras la Segunda Guerra Mundial, un gigante de la física del siglo XX se aferró a la interpretación de Copenhague. John Wheeler fue un contemporáneo de Einstein y Bohr, algo más joven, que más tarde popularizó el término «agujero negro» y acuñó otros como «agujero de gusano» y «espuma cuántica». Según Wheeler, la idea de que el universo comenzó con el *Big Bang* hace miles de millones de años y más tarde generó la vida y la humanidad era del todo incorrecta.

Sugirió en cambio que el cosmos «emerge constantemente de una neblina de posibilidades» y que el hombre no es un mero observador pasivo, sino que contribuye a crearlo.

Wheeler rechazó la idea del universo como una máquina que funciona según unas reglas predeterminadas. No hay leyes físicas ni cantidades mágicamente ubicadas ahí fuera que no nos conciernan, sea cual sea su valor numérico. Aplicó el lema *It from bit*, que «simboliza la idea de que cada elemento del mundo físico tiene en el fondo como explicación —a gran profundidad, en la mayoría de los casos— una fuente inmaterial; que lo que llamamos realidad surge en última instancia de la formulación de preguntas de tipo "sí-no" y del registro de las respuestas obtenidas». Insistía en que todo lo que consideramos realidad física —cada partícula, cada campo, incluso el propio espacio-tiempo— deriva en definitiva de la *información*, de nuestro conocimiento de los resultados de las mediciones que realizan los físicos.

En los años setenta, Wheeler propuso un experimento para demostrar ese punto. Se trata de una variante del famoso experimento de la doble rendija, que pone de manifiesto algunas de las rarezas del mundo cuántico. El modelo consiste en disparar fotones a través de una pantalla con dos rendijas. Si uno comprueba qué camino sigue cada fotón, pasa a través de una de las dos rendijas; pero si no lo comprueba, por lo visto pasa a través de las dos a la vez. Wheeler alegó que era posible proponer la comprobación al final del experimento —después de que el fotón hubiera atravesado la pantalla— y obtener el mismo resultado. En otras palabras, la observación determinaba el camino que el fotón había seguido con anterioridad, incluso si la observación se efectuaba después del viaje.

Cuando Wheeler hizo la predicción, no fue posible corroborarla, la confirmación llegó más tarde, en 1984, en un laboratorio de Maryland. Los recorridos que realizaron los fotones durante el experimento no quedaron determinados hasta que los físicos hicieron sus medidas, lo que reforzaba la idea de que no existía ninguna realidad oculta en el exterior; el observador determinaba incluso los acontecimientos pasados. Este resultado se

ha repetido desde entonces con una serie de variantes, incluso con átomos enteros, y en 2017 con fotones rebotados de un satélite en el espacio. Los astrónomos tienen incluso un plan (basado en una original propuesta de Wheeler) para probarlo con la luz de las galaxias distantes. Si funciona, nuestras decisiones y experimentos actuales determinarán un viaje que, en teoría, tuvo lugar hace miles de millones de años.

Wheeler tuvo la corazonada de que el universo es como un bucle de retroalimentación gigante, que nuestras observaciones permiten crear continuamente, no solo el presente y el futuro, sino también el pasado. Comparó el fotón que observan los físicos con un «dragón humeante», con una cabeza y una cola claramente discernibles (en los puntos de medición), pero con enormes nubes de incertidumbre entre ellas. En otra metáfora describió el cosmos como «notas arrancadas de un piano por los observadores-participantes de todos los lugares y todos los tiempos». No es la visión de un *Big Bang* sino de miles y miles de millones de pequeños flashes creadores, de la realidad como una obra en curso que se va haciendo patente, pieza a pieza, mientras la contemplamos.

La equiparación entre realidad física e información que realizó Wheeler dio lugar a una popular escuela de interpretaciones de la mecánica cuántica basada en el estudio del comportamiento y las propiedades de la información. Pero Christopher Fuchs, que fue alumno de Wheeler y que en la actualidad es un físico cuántico de la Universidad de Massachusetts, Boston, comenta que la nueva dirección le pareció frustrante, en especial cuando sus partidarios introdujeron conceptos como el «estado cuántico desconocido» que podía ser teletransportado, protegido o revelado. Argumenta que el tratamiento de la información como un nuevo tipo de sustancia existente en el mundo exterior, con independencia de nuestro conocimiento, olvidaba la cuestión que Wheeler remarcó: «Si un estado cuántico solo es información, ¿cómo puede ser desconocido? Es evidente que alguien o algo debe conocerlo».

Fuchs se inspiró, en cambio, en el enfoque bayesiano de la

probabilidad. Según este, en el exterior no existen probabilidades objetivas susceptibles de ser descubiertas; cuando determinamos la probabilidad de que se produzca cierto hecho, estamos siempre ante una función de nuestro conocimiento y nuestras creencias subjetivas. Fuchs y sus compañeros desarrollaron una interpretación análoga a la mecánica cuántica, que afirma que las probabilidades calculadas por los físicos cuánticos no guardan relación con lo que sucede en el mundo, sino con el conocimiento interno del observador. La reducción de las numerosas posibilidades a una sola en la medición no es un acontecimiento externo, sino la actualización del observador de sus creencias personales. En un principio llamaron a su enfoque «bayesianismo cuántico», pero ahora se denomina QBismo (se pronuncia «cubismo» y sus fundadores aseguran que es igualmente revolucionario).

A menudo se acusa a los QBistas de decir que la realidad externa no existe, pero Fuchs insiste en que el enfoque implica que «la realidad es *más* de lo que puede captar cualquier perspectiva de un tercero». Uno de los héroes intelectuales de Fuchs (además de Wheeler y Niels Bohr) es William James, quien, tras investigar sobre la conciencia, concluyó que el último bloque de construcción de la realidad es la «pura experiencia», y que «el nuevo ser surge en puntos y áreas locales». El universo no es ni objetivo ni subjetivo, sino las dos cosas a la vez, dijo Fuchs a la revista *Quanta* en 2015: «La materia del mundo está en el carácter de lo que cada uno de nosotros encuentra en cada momento de vida, cosas que no están ni dentro ni fuera, sino antes de la noción que divide a las dos».

La cuestión no es que ninguna de estas ideas sobre la conciencia sea del todo correcta o demostrable, o que estén a punto de ser generalmente aceptadas. La posición principal, según la articulan ciertos físicos como Sean Carroll y Brian Greene, es que la ciencia convencional ha demostrado su poder explicativo una y otra vez, así que no es necesario un movimiento tan exaltado como la introducción de la conciencia en el tejido fundamental del universo. Numerosos físicos cuánticos prefieren las realidades

infinitas, pero, al menos, objetivas de la teoría de «muchos mundos»; la mayoría de los filósofos de la mente se inclinan por pensar que, más allá de la actividad física de las neuronas, no hay nada que explicar sobre la conciencia. Con todo, se está abriendo una puerta.

En la actualidad, estamos siendo testigos de una verdadera explosión de ideas y del rechazo por parte de algunos científicos y filósofos respetados de un universo puramente físico donde la conciencia no desempeña ningún papel. Por otro lado, desde toda una serie de perspectivas diferentes la experiencia consciente está reviviendo como la piedra angular de nuestra relación con la realidad. Está aumentando la posibilidad de preguntar, incluso en el mundo científico, si debe existir algo más que el mundo material y medible, según lo definió Descartes hace varios siglos.

Para esta creciente minoría, los esfuerzos por mantener al margen la conciencia constituyen simples ejemplos de lo lejos que puede llegar la gente si se aferra a un viejo paradigma: aceptar imágenes cada vez más tortuosas de la realidad —zombis, universos infinitos—, al igual que los astrónomos introdujeron en su día sistemas cada vez más elaborados de epiciclos planetarios, en lugar de conformarse con la simple (y, en nuestra opinión, más que obvia) noción de la Tierra girando alrededor del Sol.

* * *

Chris Hadfield contó que, cuando salió de la Estación Espacial Internacional para flotar libremente en el espacio, lo que más le sorprendió fue «la poderosa presencia del mundo, *tal y como me lo mostró mi habilidad para verlo*» [la cursiva es mía]. El mensaje no solo hace referencia a nuestro planeta, que está ahí fuera, en la realidad externa, sino también a la importancia esencial de la experiencia, de nuestra capacidad de ver el mundo. Como dijo Hadfield al cabo de unos años: «No somos máquinas que exploran el universo, somos personas». Esto es tan cierto en la Tierra, en nuestras vidas en general, como en el espacio.

Hemos tardado milenios en eliminar nuestra experiencia del

cosmos, nuestra comprensión de él, y en construir la red matemática de la física. El marco de conocimiento resultante es fuerte, elegante y de vital importancia, pero también es limitado. No importa lo sofisticado que llegue a ser, no deja de ser pura abstracción, una imagen simplificada, trazada a partir de unos datos que solo se pueden medir. Las leyes de la física pueden parecer inexpugnables, pero representan un filtro que, por definición, solo capta un aspecto de nuestra experiencia vital.

Ese era el punto crucial para Henri Bergson. La existencia que percibimos —que estalla en nuestra conciencia en cualquier momento— es vibrante, contradictoria, ilógica, ilimitada. Ayudándonos a dar sentido a este glorioso caos, la ciencia ha superado todas las expectativas en la tarea específica para la que fue designada: extraer y predecir el comportamiento medible del mundo físico. Nos ha dado poder sobre nuestro entorno, ha impulsado nuestro avance tecnológico y nos ha llevado a la Luna, pero eso no significa que sus modelos objetivos abarquen toda la realidad.

Comenzamos este libro con una burbuja cósmica en expansión: el reino épico y evolutivo de galaxias, nebulosas y agujeros negros, que ha existido durante los últimos catorce mil millones de años. Es una historia inspiradora y poderosa, que nos habla de las estrellas, pero ¿qué es nuestro universo, en realidad? Creo que la gente del Paleolítico tenía una visión válida cuando se imaginó en la tierra y en el cielo. Creo que el astrónomo griego Ptolomeo no iba muy desencaminado cuando hablaba de flotar en compañía de Zeus. Creo que Kandinsky tenía razón cuando dijo que el arte es la realidad; y Malevich cuando advirtió que la razón es (o al menos, puede ser) una jaula. Creo que podemos aprender de la visión del universo de Wheeler, que no lo considera algo preexistente que está «ahí fuera», sino que lo imagina como miles de millones de flashes creativos en los que todos jugamos un papel vital.

Y creo que deberíamos escuchar a los astronautas cuando regresan del espacio y, en lugar de referirse a mediciones y observaciones físicas, hablan de la belleza, la poesía y la

desesperada necesidad de cuidar de nosotros y de nuestro mundo. Nos instan a recordar el poder de lo que todos percibimos cuando dejamos de discutir y alzamos la mirada a las estrellas: que estamos en el cosmos. Que estamos aquí.

Epílogo

En un cuento corto que escribió en 1941, *Anochecer*, el autor de ciencia ficción Isaac Asimov imaginó un planeta llamado Lagash. Es muy parecido a la Tierra, excepto en que está constantemente iluminado por seis soles. Al vivir en un día permanente, sus habitantes no saben que existen las estrellas. Cuando un raro eclipse sumerge al planeta en la oscuridad por primera vez en dos mil años, la visión espectacular del cielo —y con ello, la conciencia de la inmensidad del universo y de su propia insignificancia— vuelve locos a los lagashianos. Desesperados, empiezan a encender fuegos para eludir la noche y los incendios arrasan sus ciudades.

Creo que Asimov tenía razón sobre el poder de cambiar el mundo que tiene el cielo nocturno, pero quizá lo entendió al revés. En *Anochecer*, la repentina aparición de las estrellas causa el derrumbe de la civilización. En la Tierra, esa ventana al cosmos ha sido, precisamente, la que ha inspirado a la humanidad. En el origen de nuestra especie, los movimientos celestes ayudaron a ver el orden en el caos, a deducir de él un modelo de existencia que consistía en un ciclo que se repetía de forma incesante, donde la luz alternaba con la oscuridad y la vida con la muerte.

Desde entonces, hemos construido sobre esos cimientos. Observando el Sol, la Luna y las estrellas el hombre adquirió habilidades prácticas como la navegación, la medición del tiempo y, en última instancia, los métodos científicos que han dado lugar a la sofisticada tecnología actual. Al mismo tiempo, los patrones que la gente veía en el cielo —bestias mágicas, soles divinos o fuerzas universales— alimentaron las creencias espirituales y las estructuras políticas, además de las ideas sobre la naturaleza y el significado de la realidad. ¿Qué sucede, entonces, cuando perdemos esa visión, cuando experimentamos el eclipse de Lagash

a la inversa?

Por primera vez en la historia, vivimos físicamente aislados del universo más amplio. Los conocimientos científicos no proceden de lo que los estudiosos ven con sus ojos, sino de los fotones que golpean los detectores electrónicos, generando unos datos que luego se cruzan en los ordenadores. Por otra parte, en la vida diaria, avances como la luz eléctrica, la agricultura intensiva y el turismo global nos protegen de los ciclos físicos del cosmos, así como de la naturaleza en general. Somos ajenos a los mensajes forjados por la Luna o los planetas. Nuestros relojes y satélites nos dicen el momento y el lugar donde nos encontramos.

Cada vez es más evidente que este alejamiento no es bueno para nosotros. Los biólogos empiezan a vislumbrar en qué medida los organismos vivos dependen de los ciclos naturales de luz, temperatura y campos magnéticos para funcionar, comunicarse entre ellos y sobrevivir. Además, los psicólogos que estudian el asombro y los estados trascendentales nos advierten de que una sociedad saludable necesita un acceso a un panorama más amplio. Para fomentar la creatividad, la conexión y la compasión se requiere algo más que el simple análisis de datos; necesitamos experimentar el misterio y la inmensidad del universo por nosotros mismos. Es un mensaje del que se hacen eco los astronautas que regresan de sus viajes cósmicos y nos invitan a tratarnos mejor y a reconocer que nuestro planeta es un refugio frágil.

Pero esta no es solo una división práctica, el resultado directo de tecnología, que ha reducido nuestra dependencia de las estrellas. Además, tiene que ver con una separación filosófica mucho más profunda. La ciencia ha tenido tanto éxito en la predicción del comportamiento del mundo físico que hemos empezado a considerar que las explicaciones mecánicas del universo son más reales que la experiencia con la que echamos a andar. Lo que sentimos o vemos personalmente cuando contemplamos el cosmos o miramos las estrellas se ha vuelto irrelevante, no solo para los aspectos prácticos de la vida cotidiana, sino para nuestra comprensión de la realidad y del lugar que ocupamos en ella. Hemos pasado de decir que la ciencia es una

herramienta útil para investigar un aspecto determinado del mundo a afirmar que el punto de vista científico es lo único que existe.

Y esto es relevante, porque la dirección que toma la ciencia —las preguntas que hacemos, las respuestas que escuchamos, la forma en que usamos los resultados— depende de las creencias y suposiciones subyacentes. A lo largo de este libro hemos visto cómo los modelos del cosmos siempre se han filtrado en cada aspecto de la vida de los seres humanos y esa permeabilidad no ha dejado de existir. Si negamos la importancia de la experiencia, si decimos que solo existe lo que se puede contar, si vemos nuestro planeta como materia prima inerte y a nosotros mismos como máquinas aisladas, esos principios subyacentes acabarán haciéndose realidad. Ellos guían el tipo de conocimiento y la sociedad que construimos.

Así pues, tal vez no sea sorprendente que hayamos terminado con unas escuelas que enseñan ecuaciones, pero no el asombro, y con unos sistemas médicos que, a pesar de sus numerosos conocimientos, matan a millones de personas cada año por el abuso de drogas y tratamientos, al mismo tiempo que desechan los enfoques psicológicos y niegan los estados que no aparecen en los escáneres. Que contemos el dinero en lugar de valorar la felicidad; que apreciemos nuestras opiniones y experiencias por el número de *likes* que coleccionan; y que cada vez más a menudo pongamos nuestras vidas y sociedades en manos de una inteligencia artificial ciega. Que abarrotemos obsesivamente nuestro entorno con tecnologías nuevas e inteligentes que destruyen la biosfera que nos sostiene. Que estemos tan concentrados en las pantallas que apenas nos demos cuenta de que las luces de la calle nos impiden ver las estrellas.

Creo que nos encontramos en un punto crucial de nuestra comprensión del cosmos. Para los antiguos, lo real era lo que percibían. Durante miles de años, esa perspectiva se ha ido invirtiendo poco a poco. Las semillas de esa nueva forma de pensar se sembraron con los modelos numéricos de los babilonios y con las esferas celestes de los griegos. Más tarde floreció con Descartes,

Galileo y los científicos sucesivos, ya que estos alimentaron una idea cada vez más poderosa del universo como un reino matemático constituido por partículas físicas y fuerzas. Crearon un sistema tan persuasivo que al final este se desbordó en el siglo pasado y estuvo a punto de acabar con las mentes que lo habían originado. Corremos el riesgo de cancelar nuestra presencia en el universo.

Esta es la cosmología que impulsa nuestro mundo moderno. Los que se oponen a ella han sido apartados y tildados de irracionales, místicos o anticientíficos. Pero en los últimos tiempos se está empezando a reconocer, incluso en el ámbito científico, que la física por sí sola no puede revelar la naturaleza intrínseca de un fotón y mucho menos el universo o a nosotros mismos. Eso significa que podemos volver a hablar sobre el papel que desempeña la mente en el cosmos, que podemos elegir. Hay otra forma de avanzar que no consiste en rechazar la ciencia ni en invocar lo sobrenatural, sino en considerar la experiencia consciente como una parte natural y fundamental de la realidad que la ciencia describe.

Así pues, desde ambas perspectivas, tanto la práctica como la filosófica, nuestra conexión personal con el cosmos ha dejado de ser un estímulo marginal e irrelevante que vale la pena desechar por conveniencia tecnológica, para convertirse en parte esencial de nuestra humanidad. Retrotrayéndonos en la historia de nuestra relación con el cosmos vemos cómo hemos desterrado a los dioses, desacreditado los mitos y escrito por último una historia de la creación basada en la evidencia. La eliminación del significado subjetivo y la insistencia en las observaciones cuantificables nos han conferido un poder impresionante para entender y conformar el mundo, que eclipsa todo lo que ha sucedido con anterioridad. Pero si ese poder no se controla puede convertirse en una fuerza fría, narcisista y destructora.

Este es un libro sobre cómo hemos llegado a cerrar los ojos a las estrellas. El desafío es abrirlos de nuevo.

Agradecimientos

Me inspiré en la pasión, las ideas y la dedicación de toda la gente cuyo trabajo se describe en este libro. Así que me gustaría agradecerles a todos ellos —arqueólogos, astrónomos, filósofos, navegantes, chamanes y artistas—, que exploraron el cosmos en diferentes momentos y maneras. Estoy especialmente en deuda con los estudiosos actuales que me concedieron con generosidad parte de su tiempo para compartir sus ideas conmigo y para examinar ciertas partes de mi manuscrito (aunque la responsabilidad de los posibles errores es, es por supuesto, mía). Entre ellos se encuentran Michael Rappenglück, Jens Notroff, Michael Parker Pearson, Jim Evans, Nick Campion, Jeanette Fincke, Didier Queloz, Zachory Berta-Thompson, Everett Gibson, Dacher Keltner, Robin Carhart-Harris, Galen Strawson e Itay Shani. Gracias a Chris Hadfield por las púas, y a Jo Bowlby y Sandra Ingerman por la paciencia con la que acogieron mis extrañas preguntas.

Este libro no existiría sin mi agente, Will Francis, que me ayudó a aceptar una extensa idea y a domesticarla para convertirla en algo que pudiera parecer una propuesta de libro; tampoco sin mi editor, Simon Thorogood, que creyó en la idea desde el principio y me dio la oportunidad de convertir en realidad este proyecto. A los dos les agradezco mucho su apoyo y su consejo durante el proceso de escritura. Gracias también al editor estadounidense del libro, Stephen Morrow, por sus valiosos comentarios y opiniones sobre el manuscrito ya terminado, y a mi encantadora editora, Eugenie Todd, por su riguroso control y por la gracia con la que editó la obra.

También me gustaría mencionar a la fantástica British Library, que me permitió acceder a las fuentes de relatos históricos de varios siglos de antigüedad y a las últimas revistas científicas,

además de ser un lugar que inspira en el trabajo. Gracias a Isabel Cook por las charlas y los perspicaces comentarios sobre ciertas partes del manuscrito; a Anil Ananthaswamy, por sus valiosas respuestas; a Laura Donovan, porque significaba mucho para mí saber que cuando necesitaba escribir, mis hijos estaban en buenas manos; y a mis maravillosas amigas y compañeras de escritura Gaia Vince y Emma Young, me siento muy feliz de que estemos juntas en este viaje.

Por último, gracias a Ian por su apoyo y su aliento infalibles, incluso cuando no podía explicarte qué demonios estaba tratando de escribir. Y todo mi amor a los maravillosos Poppy y Rufus, que son el centro de mi universo. Este libro es para vosotros. Espero que cuando crezcáis todavía podáis ver las estrellas.

Referencias

PRÓLOGO

en lugar de ver miles: Bob King, «9,096 stars in the sky – is that all?», Sky & Telescope, 17 de septiembre de 2014, <https://www.skyandtelescope.com/astronomy-resources/how-many-stars-night-sky-09172014>.

distinguir varias decenas: Peter Christoforou, «How many naked eye stars can be seen in the night sky?», Astronomy Trek, 12 de marzo de 2017, <http://www.astronomytrek.com/óhow-many-naked-eye-stars-can-be-seen-in-the-night-sky>.

ya no puede ver la Vía Láctea: Fabio Falchi y VV. AA., «The new world atlas of artificial night sky brightness», Science Advances 2 (2016), <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600377>.

«escoria química»: Reality on the Rocks, Windfall Films, 1995; citado en Raymond Tallis, «You chemical scum, you», Philosophy Now 89 (2012), <https://philosophynow.org/issues/89/You_Chemical_Scum_You>.

I. MITO

curioso dibujo: Michael Rappenglück, «A Palaeolithic planetarium underground – the cave of Lascaux» (parte 1), *Migration & Diffusion* 5 (2004), págs. 93-111.

una de las primeras constelaciones: Arkadiusz Soltysiak, «The bull of heaven in Mesopotamian sources», *Culture and Cosmos* 5 (2001), págs. 3-21.

el 12 de septiembre de 1940: información sobre testigos oculares del descubrimiento de la cueva en Brigitte Delluc y Giles Delluc, «Lascaux, les dix premières années sous la plume des témoins», en *Lascaux inconnu*, XII Suplemento de *Gallia*

Prehistoire (1979): 21-34; ed. Arlette Leroi-Gourhan y Jacques Allain.

también se conoce en otros lugares: Jo Marchant, «A journey to the oldest cave paintings in the world», *Smithsonian*, enero de 2016, págs. 80-95, <https://www.smithsonianmag.com/history/journey-oldest-cave-paintings-world-180957685>.

pinceles realizados con plantas: Norbert Aujoulat, *Lascaux: Movement, Space and Time* (Abrams, 2005); Jean-Michel Geneste, *Lascaux* (Gallimard, 2012).

numerosas respuestas: un resumen útil en David Lewis-Williams, *The Mind in the Cave: Consciousness and the Origins of Art* (Thames & Hudson, 2002). Traducción española: *La mente en la caverna: la conciencia y los orígenes del arte* (Akal, 2011).

identidad masculina frente a la femenina: Robert Kelly y David Thomas, *Archaeology: Down to Earth*, quinta edición (Wadsworth, 2013), pág. 200.

Norbert Aujoulat: sobre la vida de Norbert Aujoulat véase Judith Thurman, «First impressions», *New Yorker*, 23 de junio de 2008, https://www.newyorker.com/magazine/2008/06/23/first-impressions>; Jacques Jaubert y Jean Clottes, «Norbert Aujoulat (1946-2011)», *Bulletin de la Société préhistorique française* 108 (2011): 781-91; Jean-Philippe Rigaud y Jean-Jacques Cleyet-Merle, «Norbert Aujoulat (1946-2011)», *PALEO: Revue d'archéologie préhistorique* 22 (2011), 9-13.

la primera vez que vio: Aujoulat, *Lascaux*, págs. 9-10.

(la Osa Mayor): Marcel Baudouin, «La grande ourse et le phallus du ciel», *Bulletin de la Société Préhistorique de France* 18 (1921), págs. 301-308.

el arqueólogo estadounidense Alexander Marshack: Alexander Marshack, *The Roots of Civilization: Cognitive Beginnings of Man's First Art, Symbol and Notation* (Weidenfeld & Nicholson, 1972).

«Me sentí fascinado» y las citas siguientes: entrevista telefónica con Michael Rappenglück, 12 de enero de 2018.

para calcular en qué medida: Michael Rappenglück, «The Pleiades in the "Salle des Taureau, grotte de Lascaux". Does a rock picture in the cave of Lascaux show the open star cluster

of the Pleiades at the Magdalenian era (c. 15,300 bc)?», *Astronomy & Culture* (enero de 1997), págs. 217-225.

comunidades agrícolas como […] o los Andes: Benjamin Orlove y VV. AA., «Ethnoclimatology in the Andes», *American Scientist* 90 (2002), págs. 428-435.

Las tribus nativas americanas: Rappenglück, «The Pleiades», págs. 221-222.

otro uro: Michael Rappenglück, «Palaeolithic timekeepers looking at the golden gate of the ecliptic; the lunar cycle and the Pleiades in the cave of La-Tête-du-Lion (Ardeche, France)» – 21,000 BP, *Earth, Moon and Planets* 85-86 (2001), págs. 391-404.

en la cueva de El Castillo: Michael Rappenglück, «Ice Age people find their ways by the stars: a rock picture in the Cueva de El Castillo (Spain) may represent the circumpolar constellation of the Northern Crown (CrB)», *Migration & Diffusion* 1 (2000), págs. 15-28.

Julien d'Huy demuestra los orígenes: Julien d'Huy, «A cosmic hunt in the Berber sky: a phylogenetic reconstruction of a Palaeolithic mythology», *Les Cahièrs de l'AARS*, Saint-Lizier: Association des amis de l'art rupestre saharien (2013), págs. 93-106; Julien d'Huy, «The evolution of myths», *Scientific American* 315 (2016), págs. 62-69; Julien d'Huy y Yuri Berezkin, «How did the first humans perceive the starry night? –On the Pleiades», *Retrospective Methods Network Newsletter* 12-13 (2016-2017), págs.100-122; Julien d'Huy, «Lascaux, les Pléiades et la Voie lactée: à propos d'une hypothèse en archéoastronomie», *Mythologie française* 267 (2017), págs. 19-22.

colgantes elaborados con dientes de animales: Tonno Jonuks y Eve Rannamae, «Animals and worldviews: a diachronic approach to tooth and bone pendants from the Mesolithic to the medieval period in Estonia», en *The Bioarchaeology of Ritual and Religion*, ed. Alexandra Livarda y VV. AA. (Oxbow, 2017), págs. 162-178.

[el] estilo de vida de los chumash era muy similar: Brian

Hayden y Suzanne Villeneuve, «Astronomy in the Upper Palaeolithic?», *Cambridge Archaeological Journal* 21 (2011), págs. 331-355.

casas redondas de paja: Lynn Gamble, *The Chumash World at European Contact: Power, Trade and Feasting among Complex Hunter-gatherers* (University of California Press, 2008), págs. 1-16.

John Peabody Harrington: sobre la vida y el trabajo de Harrington véase Jan Timbrook, «Memorial to Dee Travis Hudson (1941-1985)», *Journal of California and Great Basin Anthropology* 7 (1985), págs. 147-154; Catherine Callaghan, «Encounter with John P. Harrington», *Anthropological Linguistics* 33 (1991), págs. 350-355; Lisa M. Krieger, «Long gone Native languages emerge from the grave», *Mercury News*, 23 de diciembre de 2007, <https://www.mercurynews.com/2007/12/23/long-gone-native-languages-emerge-from-the-grave>.

***Crystals in the Sky*:** Travis Hudson y Ernest Underhay, *Crystals in the Sky: An Intellectual Odyssey Involving Chumash Astronomy, Cosmology and Rock Art (*Ballena Press, 1978); véase también Travis Hudson y Thomas Blackburn, «The integration of myth and ritual in south-central California: the "Northern Complex"», *Journal of California Anthropology* 5 (1978), págs. 225-250; Edwin Krupp, «Hiawatha in California», *Astronomy Quarterly* 8 (1991), págs. 47-64.

los secretos celestes: Hayden y Villeneuve, «Astronomy».

del género *Datura*: Richard Applegate, «The Datura cult among the Chumash», *Journal of California Anthropology* 2 (1975), págs. 7-17.

un estudio transcendental: Mircea Eliade, *Shamanism: Archaic Techniques of Ecstasy* (Princeton Press, 1964). Traducción española: *El chamanismo y las técnicas arcaicas del éxtasis* (Fondo de Cultura Económica de España S.L., 2001).

entran realmente: Michael Winkelman, «Shamanism and the Alteration of Consciousness», en *Altering Consciousness*, ed. Etzel Cardena y Michael Winkelman (Praeger, 2011), págs. 159-180;

Michael Hove y VV. AA., «Brain network reconfiguration and perceptual decoupling during an absorptive state of consciousness», *Cerebral Cortex* 26 (2016), págs. 3116-3124; Pierre Flor-Henry y VV. AA., «Brain changes during a shamanic trance: altered modes of consciousness, hemispheric laterality, and systemic psychobiology», *Cogent Psychology* 4 (2017), <https://doi.org/10.1080/23311908.2017.1313522>.

los mundos espirituales que visitan: Michael Harner, *Cave and Cosmos: Shamanic Encounters with Another Reality* (North Atlantic Books, 2013). Traducción española, *La cueva y el cosmos: Encuentros chamánicos con otra realidad* (Kairós, 2015).

en su libro de 1998: David Lewis-Williams and Jean Clottes, *The Shamans of Prehistory: Trance and Magic in the Painted Cave* (Harry Abrams, 1998). Traducción española: *Los chamanes de la prehistoria* (Ariel, 2001).

un libro que fue un superventas: Lewis-Williams, *The Mind in the Cave*; véase también David Lewis-Williams, *A Cosmos in Stone: Interpreting Religion and Society Through Rock Art* (Alta Mira, 2002), págs. 321-342; David Lewis-Williams, «Rock Art and Shamanism», en *A Companion to Rock Art*, ed. Josephine McDonald y Peter Veth (Wiley-Blackwell, 2012), págs. 17-33.

«una red vital»: entrevista con Sandra Ingerman, 6 de febrero de 2018.

una ceremonia nocturna: entrevista con Jo Bowlby, Londres, 27 de enero de 2018.

Marcel Ravidat y sus amigos: Delluc y Delluc, *Lascaux inconnu*.

la caza cósmica: Julien d'Huy, «Un ours dans les étoiles, recherche phylogénétique sur un mythe préhistorique», en *Préhistoire du Sud-Ouest* 20 (2012), págs. 91-106.

una pintura rupestre neolítica: Enn Ernits, «On the cosmic hunt in north Eurasian rock art», *Folklore* 44 (2010), págs. 61-76.

el hombre pájaro es un chamán: Michael Rappenglück, «A Palaeolithic planetarium underground – the cave of Lascaux (part 2)», *Migration & Diffusion* (2004), págs. 6-47; Michael Rappenglück, «Possible Astronomical Depictions in Franco-Cantabrian Paleolithic Rock Art», en *Handbook of*

Archaeoastronomy and Ethnoastronomy, ed. Clive Ruggles (Springer, 2015), págs. 1205-1212.

II. TIERRA

justo antes del amanecer: para el trabajo de Michael O'Kelly sobre Newgrange y el descubrimiento del solsticio: «Michael J. O'Kelly», Newgrange.com, <http://www.newgrange.com/michael-j-okelly. htm>; Simon Welfare y John Fairley, *Arthur C. Clarke's Mysterious World* (A&W, 1980), págs. 91-93; Michael O'Kelly y Claire O'Kelly, *Newgrange: Archaeology, Art and Legend* (Thames & Hudson, 1982); Michael O'Kelly, «The restoration of Newgrange», *Antiquity* 53 (1979), págs. 205-210.

Klaus Schmidt buscaba: Andrew Curry, «Gobekli Tepe: the world's first temple?», *Smithsonian*, noviembre de 2008, <www.smithsonianmag.com/history/gobekli-tepe-the-worlds-first-temple-83613665>.

«tenía dos opciones»: Elif Batuman, «The Sanctuary: the world's oldest temple and the dawn of civilization», *New Yorker*, 19-26 diciembre de 2011, <www.newyorker. com/magazine/2011/12/19/the-sanctuary>.

la colina estaba llena: sobre los debates relativos a los recientes hallazgos arqueológicos véase Klaus Schmidt, «Gobekli Tepe – the Stone Age sanctuaries. New results of ongoing excavations with a special focus on sculptures and high reliefs», *Documenta Praehistorica* 37 (2010), págs. 239-256; Jens Notroff y VV. AA. «What modern lifestyles owe to Neolithic feasts. The early mountain sanctuary at Gobekli Tepe and the onset of food-production», *Actual Archaeology*, enero de 2015, págs. 32-49; Oliver Dietrich y VV. AA., «Markers of "Psycho-cultural" Change: The Early-Neolithic Monuments of Gobekli Tepe in Southeastern Turkey», en *Handbook of Cognitive Archaeology: Psychology in Prehistory*, ed. Tracy Henley et al. (Routledge, 2020), págs. 311-331.

es «una amalgama»: Steven Mithen, «Did farming arise from a misapplication of social intelligence?», *Philosophical*

Transactions of the Royal Society B 362 (2007), págs. 705-718.

no se les ocurrió ni sintieron deseos: Jacques Cauvin, *The Birth of the Gods and the Origins of Agriculture* (Cambridge University Press, 2000), pág. 72.

esta pequeña región: Manfred Heun y VV. AA., «Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting», *Science* 278 (1997), págs. 1312-1314; Simcha Lev-Yadun y VV. AA., «The cradle of agriculture», *Science*, 288 (2000), págs. 1602-1603.

un subproducto de la ideología: Steven Mithen, *After the Ice: A Global Human History, 20,000-5,000* bc (Harvard University Press, 2006), pág. 67.

«una parte igual de la naturaleza»: Notroff, «Neolithic feasts».

pertenecen a cráneos: Julia Gresky y VV. AA., «Modified human crania from Gobekli Tepe provide evidence for a new form of Neolithic skull cult», *Science Advances* 3 (2017), <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700564>.

«esfera trascendente»: Schmidt, «Gobekli Tepe».

pequeñas aberturas en forma de escotilla practicadas en losas de piedra: Schmidt, «Gobekli Tepe».

preocupación por la muerte, y en especial por los cráneos: David Lewis-Williams y David Pearce, *Inside the Neolithic Mind: Consciousness, Cosmos and the Realm of the Gods* (Thames & Hudson, 2005), capítulo 3. Traducción española: *Dentro de la mente neolítica: conciencia, cosmos y el mundo de los dioses* (Akal, 2014); véase también Jens Notroff y VV. AA., «Gathering of the Dead? The Early Neolithic Sanctuaries of Gobekli Tepe, Southeastern Turkey», en *Death Rituals, Social Order and the Archaeology of Immortality in the Ancient World*, ed. Colin Renfrew y VV. AA. (Cambridge University Press, 2016), págs. 65-80.

«lleno de sustancias»: Ian Hodder, «The Vitalities of Catalhoyuk», en *Religion at Work in a Neolithic Society: Vital Matters*, ed. Ian Hodder (Cambridge University Press, 2014).

«la expresión material»: David Lewis-Williams, «Constructing a cosmos: architecture, power and domestication at Catalhoyuk»,

Journal of Social Archaeology 4 (2004), págs. 28-59.

el pueblo barasana: Stephen Hugh-Jones, «The Pleiades and Scorpius in Barasana cosmology», *Journal of Skyscape Archaeology* 1 (2015), págs. 111-124.

en el libro que publicó en 2005: Lewis-Williams and Pearce, *Neolithic Mind*, capítulo 4.

el ascenso o la puesta: Donna Sutcliff, «The sky's the topic», *Current Anthropology* 53 (2012), pág. 125; Giulio Magli, «Sirius and the project of the megalithic enclosures at Gobekli Tepe», *Nexus Network Journal* 18 (2016), pág. 337; Martin Sweatman y Dimitrios Tsikritsis, «Decoding Gobekli Tepe with archaeoastronomy: what does the fox say?» *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 17 (2017), págs. 233-50.

Notroff no está muy convencido: Jens Notroff y VV. AA., «More than a vulture: A response to Sweatman and Tsikritsis», *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 17 (2017), págs. 57-74.

eran, al menos en parte, subterráneos: entrevista mediante correo electrónico con Jens Notroff, octubre de 2019.

decorado con un disco y una media luna: Schmidt, «Gobekli Tepe».

«deidad lunar»: Ludwig Morenz, «Media-evolution and the generation of new ways of thinking: the early neolithic sign system (10th/9th millennium cal bc) and its consequences», John Templeton Foundation newsletter, septiembre de 2014, «Our Place in the World».

estados alterados de conciencia: David Lewis-Williams y Thomas Dowson, «On vision and power in the Neolithic: evidence from the decorated monuments», *Current Anthropology* 34 (1993), págs. 55-65; David Lewis-Williams and David Pearce, «An accidental revolution? Early Neolithic religion & economic change», *Minerva* (julio-agosto 2006), págs. 29-31.

la agricultura se expandió de forma gradual: Pontus Skoglund y VV. AA., «Origins and genetic legacy of Neolithic farmers and hunter-gatherers in Europe», *Science* 336 (2012), págs. 466-469; Zuzana Hofmanova y VV. AA., «Early farmers from across

Europe directly descended from Neolithic Aegeans», *PNAS* 113 (2016), págs. 6886-6891; Selina Brace y VV. AA., «Ancient genomes indicate population replacement in early Neolithic Britain», *Nature Ecology & Evolution* 3 (2019), págs. 765-771.

alrededor del año 3750 a. C.: Nicki Whitehouse y VV. AA., «Neolithic agriculture on the European western frontier: the boom and bust of early farming in Ireland», *Journal of Archaeological Science* 51 (2014), págs. 181-205.

«una poderosa red transcendental»: Robert Hensey, *First Light: The Origins of Newgrange* (Oxbow Insights in Archaeology, 2015), pág. 156.

ciento setenta y siete tumbas dolménicas: Michael Hoskin, *Tombs, Temples and Their Orientations: A New Perspective on Mediterranean History* (Oxbow, 2001). Traducción española: *Tumbas, templos y sus orientaciones: una nueva perspectiva sobre la Prehistoria del Mediterráneo* (Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico de Andalucía, 2020); Michael Hoskin, «Seven-stone Antas», en *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, ed. Clive Ruggles (Springer, 2014), págs. 1149-1152.

ciento treinta y seis tumbas de corredor irlandesas: Frank Prendergast y VV. AA., «Facing the sun», *Archaeology Ireland* 31 (2017), págs. 10-17.

la función de estos sitios estaba dejando de ser: Hensey, *First Light*; Robert Bradley, *The Significance of Monuments* (Routledge, 1998), capítulos 7-8.

«vida, muerte y renacimiento cosmológicos»: David Lewis-Williams y David Pearce, *Neolithic Mind*, capítulo 9.

un templo de druidas: sobre las teorías históricas relativas a Stonehenge véase Mike Parker Pearson, «Researching Stonehenge: theories past and present», *Archaeology International* 16 (2013), págs. 72-83.

excavaciones modernas: Timothy Darvill y VV. AA., «Stonehenge remodelled», *Antiquity* 86 (2012), págs. 1021-1040; Clive Ruggles, «Stonehenge and its Landscape», en *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, ed. Clive Ruggles (Springer, 2015), págs. 1223-1237; Michael Allen y VV. AA.,

«Stonehenge's avenue and "Bluestonehenge"», *Antiquity* 90 (2016), págs. 991-1008; Mike Parker Pearson, «The sarsen stones of Stonehenge», *Proceedings of the Geologists' Association* 127 (2016), págs. 363-369; Mike Parker Pearson, *Science and Stonehenge: Recent Investigations of the World's Most Famous Stone Circle* (Veertigste Kroonvoordracht, 2018).

superficies de piedra: Parker Pearson, *Science and Stonehenge*.

un compañero malgache: Mike Parker Pearson y VV. AA., «Materialising Stonehenge: the Stonehenge Riverside Project and new discoveries», *Journal of Material Culture* 11 (2006), págs. 227-261; Mike Parker Pearson, *Stonehenge: Exploring the Greatest Stone Age Mystery* (Simon & Schuster, 2012).

«no había aprendido nada»: Parker Pearson, «Researching Stonehenge».

«la vida eterna»: sobre Durrington Walls y su relación con Stonehenge véase Parker Pearson y VV. AA., «Materialising Stonehenge». Entrevista telefónica con Mike Parker Pearson, 15 de octubre de 2019.

excavaron […] en los dos sitios: Parker Pearson, «Researching Stonehenge».

«mundo oscuro de los muertos»: Parker Pearson y VV. AA., «Materialising Stonehenge».

III. DESTINO

Hormuzd Rassam: Hormuzd Rassam, *Asshur and the Land of Nimrod* (Curts & Jennings, 1897).

barcas desvencijadas con el fondo plano: Henry Layard, *Discoveries in the Ruins of Nineveh and Babylon* (Harper & Brothers, 1853). Traducción española: *Nínive: historia de los descubrimientos en Mesopotamia* (Confluencias, 2016).

famosos gracias a la Biblia: 2 Reyes 18-19; Jonás 1-3.

«un examen experimental»: Rassam, *Asshur*, págs. 24-32.

«los precursores de todo»: entrevista telefónica con Jeanette Fincke, 8 de mayo de 2018.

«en el mes de Ajaru»: *Enuma Anu Enlil*, 17.2.

desenterró más cajas: Layard, *Discoveries,* capítulo 16; David Damrosch, *The Buried Book: The Loss and Rediscovery of the Great Epic of Gilgamesh* (Henry Holt & Co., 2007).

una única colección (nota a pie de página): Jeanette Fincke, «The British Museum's Ashurbanipal Library Project», *Iraq* 66 (2004), págs. 55-60.

«recopilar el conocimiento escrito»: Fincke, «Ashurbanipal».

el poema épico *Gilgamesh*: *Gilgamesh*, trad. inglesa Stephen Mitchell (Profile, 2004).

el curador adjunto George Smith: Damrosch, *Buried Book*, capítulo 1.

***Enuma Elish*:** Joshua J. Mark, «Enuma Elish – The Babylonian Epic of Creation – Full Text», *Ancient History Encyclopedia*, 4 May 2018, <https://www.ancient.eu/article/225/enuma-elish-the-babylonian-epic-of-creation-fu>.

«Cuando en lo alto»: Louise Pryke, «Religion and Humanity in Mesopotamian Myth and Epic», in *Religion: Oxford Research Encyclopedias* (2016). Doi:10.1093/acrefore/9780199340378.013.247.

Los sacerdotes del templo: Marc Linssen, *The Cults of Uruk and Babylon: The Temple Ritual Texts as Evidence for Hellenistic Cult Practice* (Leiden, 2004).

«los dioses se glorificaban»: Jean Bottéro, *La plus vieille religión. En Mésopotomie,* (Gallimard, 1985). Traducción española: *La religión más antigua: Mesopotamia* (Trotta, 2001).

«recopilar el mayor número de tablillas posible»: Fincke, «Ashurbanipal».

***namburbi*:** Hermann Hunger, «The relation of Babylonian astronomy to its culture and society», *Proceedings of the International Astronomical Union* 5 (2009), págs. 62-73.

la señal que aparecía en una casa particular: entrevista telefónica con Jeanette Fincke, 8 de mayo de 2018.

su sabiduría se recopiló: Fincke, «Ashurbanipal»; Jeanette Fincke, «The oldest Mesopotamian astronomical treatise: Enūma Anu Enlil», en *Divination as Science: A workshop conducted during the 60th Rencontre Assyriologique Internationale, Warsaw, 2014*, ed.

Jeanette Fincke (Eisenbrauns, 2016), págs. 107-146.

«el primer día de Nisannu»: texto del *Enuma Anu Enlil*, Museo Británico, acceso realizado el 5 de noviembre 2019, <http://www.mesopotamia.co.uk/astronomer/explore/enuma1t.html>.

«el país sufrirá un ataque»: Simo Parpola, «Excursus: The Substitute King Ritual», en *Letters from Assyrian Scholars to the Kings Esarhaddon and Assurbanipal*, ed. Simo Parpola (Verlag, 1983), XXII-XXVI.

se dividió en cuatro cuadrantes: Parpola, «Substitute King».

además de erigir un enorme palacio: Paul Tanner, «Ancient Babylon: From gradual demise to archaeological rediscovery», *Near East Archaeological Society Bulletin* 47 (2002), págs. 11-20; Roan Fleischer, «Nebuchadnezzar II and Babylon: Building personal legacy through monumentality», *Binghampton Journal of History* 18 (2017), págs. 3-24.

«Etemenanki»: Andrew George, «The tower of Babel: archaeology, history and cuneiform texts», *Archiv für Orientforschung* 51 (2005-2006), págs. 75-95.

«una estructura fundada»: Andrew George, *Babylonian Topographical Texts* (Peeters Press, 1992), pág. 299.

un sacerdote en prácticas llamado Johann Strassmaier: Teije de Jong, «Babylonian Astronomy 1880-1950: The players and the field», en *A Mathematician's Journeys*, ed. Alexander Jones y VV. AA. (Springer, 2016), págs. 265-302; véase también: Gary Thompson, «The recovery of Babylonian astronomy», 2009-2018, acceso realizado el 5 de noviembre de 2019, <http://members.westnet.com.au/gary-david-thompson/babylon4.html>.

Epping se mostró reacio: de Jong, «Babylonian Astronomy»; Johann Epping, *Astronomisches aus Babylon* (Freiberg im Breisgau, 1889).

una progresión gradual: James Evans, *The History and Practice of Ancient Astronomy* (OUP USA, 1998); Mathieu Ossendrijver, «Babylonian Mathematical Astronomy», en *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, ed. Clive Ruggles (Springer, 2015), págs. 1863-1870.

inventaron el zodíaco: Evans, *Ancient Astronomy*, pág. 39.

unas matemáticas que demostraban una gran inteligencia: Evans, *Ancient Astronomy*, pág. 317; entrevista telefónica con James Evans, 31 de mayo de 2018.

Mathieu Ossendrijver (nota a pie de página): Mathieu Ossendrijver, «Ancient Babylonian astronomers calculated Jupiter's position from the area under a time-velocity graph», *Science* 351 (2016), págs. 482-484.

Quinto Curcio Rufo: Quintus Curtius Rufus, *The History of Alexander*, trad. John Yardley (Penguin Classics, 1984), págs. 93-94. Traducción española: *Historia de Alejandro Magno* (Gredos, 2002).

«representaba una forma radicalmente nueva», «en una teoría real»: Evans, *Ancient Astronomy*, pág. 213.

«milagro griego»: Evans, *Ancient Astronomy*, pág. 23.

de una familia de terratenientes: de Jong, «Babylonian Astronomy».

sistema sexagesimal (nota a pie de página): F. R. Stephenson y L. Baolin, «On the length of the synodic month», *The Observatory* 111 (1991), págs. 21-22.

«sus nuevos maestros»: George Bertin, «Babylonian Astronomy IV», *Nature* 40 (1889), pág. 360.

una tabla trigonométrica: Daniel Mansfield y Norman Wildberger, «Plimpton 322 is Babylonian exact sexagisemal trigonometry», *Historia Mathematica* 44 (2017), págs. 395-419.

debió de visitar: Gerald Toomer, «Hipparchus and Babylonian Astronomy», en *A Scientific Humanist: Studies in Memory of Abraham Sachs*, ed. Erle Leichty y VV. AA., Occasional Publications of the Samuel Noah Kramer Fund 9 (University of Philadelphia, 1988), págs. 353-362; Alexander Jones, «The adaptation of Babylonian methods in Greek numerical astronomy», *Isis* 82 (1991), págs. 441-453.

«sorprendido»: entrevista telefónica con James Evans, 31 de mayo de 2018.

fragmentos de marfil: Jean-Paul Bertaux, «La découverte des tablettes: les données archéologiques», en *Les tablettes*

astrologiques de Grand (Vosges) et l'astrologie en Gaule romaine: actes de la table-ronde du 18 mars 1992, organisée au Centre d'études romaines et gallo-romaines de l'Université de Lyon III, ed. Josephe-Henriette Abry y Andre Buisson (Universidad de Lyon, 1993), págs. 39-47.

antiguos vertederos de basura: Alexander Jones, *Astronomical papyri from Oxyrhynchus* (American Philosophical Society, 1999).

***Romance de Alejandro*:** *The Greek Alexander Romance*, trad. inglesa Richard Stoneman (Penguin Classics, 1991).

clientes ricos: James Evans, «The astrologer's apparatus: a picture of professional practice in Greco-Roman Egypt», *Journal of the History of Astronomy* 35 (2004), págs. 1-44.

que data del año 410 a. C.: Abraham Sachs, «Babylonian horoscopes», *Journal of Cuneiform Studies* 6 (1952), págs. 49-75; Francesca Rochberg, «Babylonian horoscopy: the texts and their relations», en *Ancient Astronomy and Celestial Divination*, ed. Noel Swerdlow (MIT Press, 1999), págs. 39-60.

«relativas a la razón»: Ptolomeo, *Tetrabiblos y el centiloquio*, traducción de Blanca Hernández García, Dilema, 2004.

predicciones astrológicas: Patrick Boner, «Galileo's Astrology», *Renaissance Quarterly* 59 (2006), págs. 222-224.

fortalecer y reformar: Gerard Simon, «8.3 Kepler's Astrology: The direction of a reform», *Vistas in Astronomy* 18 (1975), págs. 439-448.

aumentando su credibilidad: Julie Beck, «The New Age of Astrology», *The Atlantic*, 16 enero de 2018, <https://www.theatlantic.com/health/archive/2018/01/the-newage-of-astrology/550034/>. Véase también el siguiente análisis, que sugiere que entre el veintidós y el setenta y tres por ciento de la gente cree en la astrología, dependiendo de lo que uno entienda por «creer»: Nicholas Campion, «How many people actually believe in astrology?» *The Conversation*, 28 de abril de 2017, <https://theconversation. com/how-many-people-actually-believe-in-astrology-71192>.

«dislocado de su cosmología»: entrevista mediante Skype con

Nicholas Campion, 28 de mayo de 2018.

«socava la estructura»: Trevor Jackson, «When balance is bias», *British Medical Journal* 343 (2011), <https://doi.org/10.1136/bmj.d8006>.

«marchitando y abaratando»: Richard Dawkins, «The real romance in the stars», *Independent*, 31 de diciembre de 1995, <https://www.independent.co.uk/voices/the-real-romance-in-the-stars-1527970.html>.

Alejandro se dirigió una vez más hacia Babilonia: Arrian, *The Campaigns of Alexander* (Penguin Classics, 1976), págs. 376-378. Traducción española: *Anábasis de Alejandro Magno* (Gredos, 2006).

«El rey ha muerto»: Leo Depuydt, «The time of death of Alexander the Great: 11 June 323 bc (-322), ca. 4:00-5:00 pm», *Die Welt des Orients* 28 (1997), págs. 117-135; Jona Lendering, «Alexander's Last Days», *Livius*, acceso realizado el 5 de noviembre de 2019, <https://www.livius.org/articles/person/alexander-the-great/alexander-3.6-last-days/>.

las últimas tablillas cuneiformes: Hermann Hunger y Teije de Jong, «Almanac W22340a from Uruk: The latest datable cuneiform Tablet», *Zeitschrift für Assyriologie und Vorderasiatische Archäologie* 104 (2014), págs. 182-194.

IV. FE

lo que sucedió a Constantino: Eusebio de Cesarea, *Vida de Constantino*, capítulo 28; Lactantius, *Sobre la muerte de los perseguidores*, capítulo 44.

«la deidad favorecida»: Elizabeth Marlowe, «Framing the Sun: The arch of Constantine and the Roman cityscape», *Art Bulletin* 88 (2006), págs. 223-242; Maggie Popkin, «Symbiosis and Civil War: The audacity of the arch of Constantine», *Journal of Late Antiquity* 9 (2016), págs. 42-88.

que significa 'brillar en el cielo': Karlene Jones-Bley, «An archaeological reconsideration of solar Mythology», *Word* 44 (1993), págs. 431-443.

seres supremos y creadores: Lawrence Sullivan, «Supreme Beings», en *Encyclopedia of Religion,* segunda edición, ed. Lindsay Jones y Mircea Eliade (Thomson Gale, 2005), volumen 13.

adoraban a los cuerpos celestes: las pruebas arqueológicas incluyen una losa de basalto del siglo XIII, procedente de Tel Hazor, en el norte de Israel, en la que aparecen dos manos alzadas hacia una luna creciente, y un lugar de culto del siglo X en Tel Taanach, que representa un disco solar alado. El culto celeste se menciona también en varios textos bíblicos como 2 Reyes 23:5: «Suprimió los sacerdotes paganos […]. Eliminó igualmente a los que ofrecían incienso a Baal, al sol, a la luna, a los astros celestes y a todo el ejército del cielo».

«un Dios abstracto e indestructible»: David Aberbach, «Trauma and abstract monotheism: Jewish exile and recovery in the sixth century bce», *Judaism* 50 (2001), págs. 211-221.

«punto de partida»: Mircea Eliade, *Patterns in Comparative Religion*, trans. Rosemary Sheed (University of Nebraska Press, 1996). Traducción española: *Tratado de historia de las religiones: morfología y dialéctica de lo sagrado* (Ediciones Cristiandad, 2001).

«malos tiempos»: Arnold Jones, *Constantine and the Conversion of Europe* (English Universities Press, 1948).

«repleta de deidades»: Marianne Bonz, «Religion in the Roman World», *PBS Frontline*, acceso realizado el 5 de noviembre de 2019, <https://www.pbs.org/wgbh/pages/frontline/shows/religion/portrait/religions.html>.

Constantino ordenó a su ejército: Jonathan Bardill, *Constantine: Divine Emperor of the Golden Age* (Cambridge University Press, 2011).

una tradición que se remonta: Bardill, *Divine Emperor*.

«vestido con túnicas de seda»: Bradley Schaefer, «Meteors that changed the world», *Sky & Telescope*, acuso realizado el 1 de febrero de 2005, <https://www.skyandtelescope.com/observing/celestial-objects-to-watch/meteors-that-changed-the-world>.

todas las casas de moneda de Constantino: Martin Wallraff, «Constantine's Devotion to the Sun after 324», *Studia patristica* 34 (2001), págs. 256-269.

«lo hizo con la protección del dios Sol»: Bardill, *Divine Emperor*, pág. 92.

una segunda visión: tratado en Bardill, *Divine Emperor*, capítulo 5.

«perro solar»: Peter Weiss, «The vision of Constantine», *Journal of Roman Archaeology* 16 (2003), págs. 237-259.

«mensajero celestial»: Eusebio de Cesarea, *Vida de Constantino*, libro 3, capítulo 10.

«que brilla como el sol»: Debate sobre el culto al sol de Constantino: Wallraff, «Constantine's Devotion»; Bardill, *Divine Emperor*.

«rayos más brillantes», «una luz pura»: citado en Bardill, *Divine Emperor*, pág. 330.

día principal de culto: encontrará un análisis detallado sobre el origen del domingo como día de culto cristiano en Samuele Bacchiocchi, «Sun-worship and the Origin of Sunday», en *From Sabbath to Sunday: A Historical Investigation of the Rise of Sunday Observance in Early Christianity* (The Pontifical Gregorian University Press, 1977), págs. 131-163.

Marina Warner: Marina Warner, *Alone of All Her Sex: The Myth and the Cult of the Virgin Mary* (OUP, 2016). Traducción española: *Tú sola entre las mujeres: el mito y el culto de la Virgen María* (Taurus, 1991).

«Si el cristianismo no hubiera arraigado»: Warner, *Alone of All Her Sex*.

«luchaban como héroes»: Jacquetta Hawkes, *Man and the Sun* (Cresset, 1962), pág. 199; citado en Bacchiocchi, «Sun-worship».

golpe político maestro: Bardill, *Divine Emperor*, pág. 331.

más rasgos imperiales: Adam Renner, «The *nimbus* in Imperial and Christian iconography: Origin, transformation, and significance», acceso realizado el 5 de noviembre de 2019, <https://www.academia.edu/1598242/Nimbus_in_Imperial_and_Christian_Imagery>.

«Se *convirtió* en lo que la gente»: Thomas Mathews, *The Clash of Gods: A Reinterpretation of Early Christian Art* (Princeton University Press, 1999), pág. 11.

«sentarte en unas nubes suaves»: Maria Shriver, *What's Heaven?* (Griffin, 2007). Traducción española: *Mamá, ¿qué es el cielo?* (Salamandra, 2000).

J. Edward Wright: Edward Wright, *The Early History of Heaven* (OUP, 1999).

lo que sucede después de la muerte: Diarmaid MacCulloch, *A History of Christianity: The First Three Thousand Years* (Viking, 2010). Traducción española: *Historia de la cristiandad: los primeros tres mil años* (Círculo de Lectores, 2011).

«Nunca intentes reconciliarme con la muerte»: Homer, *Odyssey*, trad. A. T. Murray, revisada por George E. Dimock (Loeb Classical Library 104, Harvard University Press, 1919), págs. 435-437; tratada en Nicholas Campion, «Was there a Ptolemaic revolution in ancient Egyptian Astronomy? Souls, stars and cosmology», *Journal of Cosmology* 13 (2011), págs. 4174-4186.

tienen almas inmortales: Donald Zeyl y Barbara Sattler, «Plato's *Timaeus*», *Stanford Encyclopaedia of Philosophy* (edición del verano de 2019), ed. Edward N. Zalta, <https://plato.stanford.edu/archives/sum2019/entries/plato-timaeus/>; Richard Poss, «Plato's *Timaeus* and the inner life of stars», *Memorie della Società Astronomica Italiana* 73 (2002): 287; Nicholas Campion, «Astronomy and psyche in the classical world: Plato, Aristotle, Zeno, Ptolemy», *Journal of Cosmology* 9 (2010), págs. 2179-2186.

«Debemos volar de la tierra al cielo»: Platón, *Teteto*; citado en Campion, «Astronomy and psyche».

«Al igual que subimos al tren»: carta de Vincent van Gogh a su hermano Theo de 9 de julio de 1888, *Letters of Vincent van Gogh: A Facsimile Edition* (Vincent van Gogh Foundation, 1977), citado en Wright, *Early History*, pág. 98.

dos hermanos procedentes de Berlín: Henri Brugsch, «Zwei Pyramiden mit Inschriften aus den Zeiten der VI. Dynastie»,

Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Alterthumskunde 19 (1881), págs. 1-15; Henri Brugsch, *My Life and My Travels* (Berlín, 1894), capítulo 7; Ronald Ridley, «The Discovery of the Pyramid Texts», *ZAS* 110 (1983), págs. 74-80.

«un último placer antes de morir»: Henri Brugsch, *My Life*, capítulo 7.

La visión cosmológica de los egipcios: Wright, *Early History of Heaven*; Geraldine Pinch, *Egyptian Mythology: A Guide to the Gods, Goddesses and Traditions of Ancient Egypt* (OUP, 2002); John Taylor, *Egyptian Mummies* (The British Museum Press, 2010).

«un lugar de descanso para el cadáver»: Taylor, *Egyptian Mummies*, pág. 113.

«Remo en el cielo»: James Allen, *The Ancient Pyramid Texts* (SBL press, 2015), 52 y 34.

apuntar hacia el norte o hacia el sur: Allen, *Pyramid Texts*; Raymond Faulkner, «The king and the star-religion in the Pyramid Texts», *Journal of Near Eastern Studies* 25 (1966), págs. 153-161.

un vigésimo de grado: Juan Antonio Belmonte, «On the orientation of Old Kingdom Egyptian Pyramids», *Journal for the History of Astronomy* 32 (2001), S1-S20; Giulio Magli y Juan Antonio Belmonte, «Pyramids and stars: Facts, conjectures and starry tales», en *In Search of Cosmic Order: Selected Essays on Egyptian Archaeoastronomy*, ed. Juan Antonio Belmonte y Mosalam Shaltout (Supreme Council of Antiquities Press, 2009), capítulo 10.

«precisión maníaca»: Giulio Magli, «A possible explanation of the void in the pyramid of Khufu on the basis of the Pyramid Texts», 1 de enero de 2018, <https://arxiv.org/abs/1711.04617v2>.

todo empezó allí: Campion, «Ptolemaic revolution».

antiguas biografías: resumido en Kitty Ferguson, *Pythagoras: His Lives and the Legacy of a Rational Universe* (Icon books, 2010).

«la inclusión del alma»: Campion, «Ptolemaic revolution».

«el movimiento de las estrellas»: Marco Aurelio, *Meditaciones*,

7.47.

«el aliento de vida del hombre sube» y **«Los sabios brillarán»:** Eclesiastés 3: 21 y Daniel 12: 3. Tratado en Wright, *Early History of Heaven*, pág. 87.

«preocupación cristiana por el más allá»: MacCulloch, *A History of Christianity*.

Constantino cayó enfermo: Eusebio de Cesarea, *Vida de Constantino,* capítulos 58-75; Bardill, *Divine Emperor*, capítulo 9.

«una parodia del culto al sol»: Thomas Paine, «On the origin of free-masonry» (1818).

«Del desorden al orden»: Platón, *Timeo*, <http://classics.mit.edu/Plato/timaeus.html>.

«El cielo es mi trono»: Isaías 66: 1.

«transmite con generosidad»: Eusebio de Cesarea, *Vida de Constantino,* capítulos 58-75; citado en Wallraff, «Constantine's Devotion».

«El Dios en el que creo»: Guy Consolmagno, «Astronomy and Belief», *Thinking Faith*, 18 de abril de 2013, <https://www.thinkingfaith.org/articles/20130418_1.htm>.

«animales divinos y eternos»: Platón, *Timeo.*

«el alma o [...] del mundo entero»: Pliny, *Natural History* (Loeb Classical Library 330), págs. 178-179. Traducción española: *Historia natural* (Gredos, 2007).

«Nadie está más cerca de nosotros»: Agustín de Hipona, *La ciudad de Dios,* libro 8, capítulo 5.

«¿Quién no puede ver?»: Agustín de Hipona, *La ciudad de Dios*, libro 4, capítulo 12.

«rechazó la noción»: Nicholas Campion, *Astrology & Cosmology in the World's Religions* (NYU Press, 2012), pág. 169.

V. TIEMPO

***MS Ashmole 1796*:** John North, *God's Clockmaker: Richard of Wallingford and the Invention of Time* (Hambledon, 2005); acceso al catálogo de la biblioteca Bodleiana en relación con el MS disponible en <http://mlgb3.bodleian.ox.ac.uk/mlgb/

book/4885/>.

«Es posible observar»: John North, *Richard of Wallingford: An Edition of His Writings with Introductions, English Translation and Commentary*, volumen 2 (OUP, 1976), pág. 366.

Richard nació: sobre la vida de Richard véase North, *God's Clockmaker*; North, *Richard of Wallingford*; Thomas Walsingham, *Gesta Abbatum Monasterii Sancti Albani*, ed. Henry Riley (Longmans, 1867).

atacaron y sitiaron: Gabrielle Lambrick, «Abingdon and the riots of 1327», *Oxoniensia* 29 (1964), págs. 129-141.

la obsesión por el tiempo: North, *God's Clockmaker;* David Landes, *Revolution in Time: Clocks and the Making of the Modern World* (Harvard University Press, 2000). Traducción española: *Revolución en el tiempo* (Crítica, 2010); John Scattergood, «Writing the clock: the reconstruction of time in the late Middle Ages», *European Review* 11 (2003), págs. 453-474; Lewis Mumford, *Technics and Civilization* (University of Chicago Press, reprint edition, 2010). Traducción española: *Técnica y civilización* (Alianza Editorial, 1992); Jacques Le Goff, *Time, Work and Culture in the Middle Ages* (University of Chicago Press, 1982). Traducción española: *Tiempo, trabajo y cultura en el Occidente medieval* (Taurus, 1987).

«disciplina temporal»: David Landes, *Revolution in Time.*

«rezar y rezar, a menudo para salvar»: David Landes, *Revolution in Time.*

la primera descripción detallada […] corrieron hacia el reloj: John North, «Monasticism and the first mechanical clocks», en *The Study of Time II*, ed. Julius Fraser y Nathaniel Lawrence (Springer, 1975), págs. 381-398; Scattergood, «Writing the clock: the reconstruction of time in the late Middle Ages», *European Review* 11 (2003), págs. 453-474.

«uno de los inventos más ingeniosos»: David Landes, *Revolution in Time.*

ruedas dentadas: Ibn Khalaf al-Muradi, *The Book of Secrets in the Results of Ideas: Incredible Machines from 1000 Years Ago*, Lisa Massimiliano y VV. AA. (*Leonardo* 3, 2008), <http://

www.leonardo3.net/en/l3-works/publishing-house/1503-the-book-of-secrets.html>.

torre de reloj impulsada por agua o mercurio: Joseph Needham y VV. AA., «Chinese astronomical clockwork», *Nature* 177 (1956), págs. 600-602.

«perfeccionar su trabajo»: Robertus Anglicus, *De Sphera of Sacrobosco* (1271); citado en North, «Monasticism», págs. 381-398.

Las primeras menciones: North, «Monasticism».

***Roman de la rose*:** de Guillaume de Lorris. Más información en: <https://www.bl.uk/collection-items/roman-de-la-rose>.

dos «esferas»: Cicero, *De Re Publica*, libro 1, secciones 21-22. Traducción española: *Sobre la República* (Gredos, 2001).

misterioso dispositivo de bronce: Derek de Solla Price, «Clockwork before the clock and timekeepers before timekeeping», en *The Study of Time II*, ed. Julius Fraser y Nathaniel Lawrence (Springer, 1975), págs. 368-380; Jo Marchant, *Decoding the Heavens: Solving the Mystery of the World's First Computer* (Windmill, 2009); Alexander Jones, *A Portable Cosmos: Revealing the Antikythera Mechanism, Scientific Wonder of the Ancient World* (OUP, 2017).

reloj solar bizantino: Judith Field y Michael Wright, «Gears from the Byzantines: A portable sundial with calendrical gearing», *Annals of Science* 42 (1985), págs. 87-138; Marchant, *Decoding the Heavens*.

astrolabio del siglo XIII: Marchant, *Decoding the Heavens*, pág. 151 (e imagen en sección de placa).

«ruedas maravillosas»: en un texto latino del siglo XIII descubierto por John North y tratado en North, *God's Clockmaker*, capítulo 12.

un impresionante reloj de agua: Joseph Noble y Derek de Solla Price, «The water clock in the Tower of the Winds», *American Journal of Archaeology* 72 (1968), págs. 345-355.

escribió un tratado: Roger Bacon, «Letter on secret works of art and of nature and on the invalidity of magic», 1248. Traducido por Michael Mahoney y disponible en <https://

www.princeton.edu/~hos/h392/bacon.html>.

«uno de los mayores secretos»: Pierre de Maricourt, «Letter on the magnet» (1269), tratado en *God's Clockmaker*, capítulo 12.

superaba en valor: Roger Bacon, «Letter on secret works», tratado en North, *God's Clockmaker*, capítulo 12.

«máquina cósmica»: North, *God's Clockmaker*, capítulo 14.

anotaciones al margen: North, *Richard of Wallingford*, volumen 2, págs. 309-320.

«una combinación de genialidad matemática»: North, *God's Clockmaker*, págs. 212 y 214.

que se construyó en Francia varias décadas más tarde: North, *God's Clockmaker*, capítulo 13.

«gran abad»: North, *Richard of Wallingford*, prefacio.

«el científico inglés más original»: North, *God's Clockmaker*, pág. xv.

tradición de los grandes relojes: tratado, por ejemplo, en David Landes, *Revolution in Time,* capítulo 4.

engranaje mundano: Nicholas Whyte, «The astronomical clock of Richard of Wallingford», 1990-91, <http://www.nicholaswhyte.info/row.htm>.

«máquina clave»: Mumford, *Technics and Civilization*, pág. 87.

referencias literarias a los relojes en la Edad Media: Scattergood, «Writing the clock».

«Por desgracia, el reloj»: Dafydd ap Gwilym, *Poems*, editado y traducido por Rachel Bromwich (Gomer, 1982), págs. 110-113; citado en Scattergood, «Writing the clock».

lo primero que hacía: citado en David Landes, *Revolution in Time.*

el recuento y la aritmética simple: David Landes, *Revolution in Time.*

«Los hombres se hicieron poderosos»: Lewis Mumford, *Technics and Civilization.*

«la gloriosa esfera»: Dante Alighieri, *Divina Comedia*, «Paraíso», canto X, edición de Ángel Chiclana, Colección Austral, Espasa-Calpe, 1979.

un complejo reloj astronómico: Silvio Bedini y Francis Maddison, «Mechanical Universe: The Astrarium of Giovanni

de'Dondi», *Transactions of the American Philosophical Society* 56 (1966), págs. 1-69.

«La situación recuerda»: Nicole Oresme, *Le livre du Ciel et du Monde* (1377); citado en Scattergood, «Writing the clock».

llevaron la metáfora: tratado, por ejemplo, en David Wootton, *The Invention of Science: A New History of the Scientific Revolution* (Harper, 2015), págs. 436-441. Traducción española: *La invención de la ciencia: una nueva historia de la revolución científica* (Crítica, 2017).

«se contentaba con menos»: Stephen Toulmin, «From Clocks to Chaos: Humanizing the Mechanistic World-View», en *The Machine as Metaphor and Tool*, ed. Hermann Haken *et al.* (Springer, 1993), pág. 142.

varias sociedades indígenas: Chris Sinha y VV. AA., «When time is not space: The social and linguistic construction of time intervals and temporal event relations in an Amazonian culture», *Language and Cognition* 3 (2011), págs. 137-169.

la idea clave: Landes, *Revolution in Time,* capítulo 7; Seth Atwood, «The development of the pendulum as a device for regulating clocks prior to the 18th century», en *The Study of Time II*, ed. Julius Fraser y Nathaniel Lawrence (Springer, 1975), págs. 417-50.

«tiempo verdadero y matemático»: Lennart Lundmark, «The mechanization of time», en *The Machine as Metaphor and Tool*, ed. Hermann Haken y VV. AA. (Springer, 1993), págs. 45-65.

la hora media se estandarizó: Lundmark, «The mechanization of time», pág. 57.

«Nuestra sensibilidad a esas señales»: Landes, *Revolution in Time*.

«hambre de tiempo»: Joseph Carroll, «Time pressures, stress, common for Americans», Gallup, 2 de enero de 2008, <https://news.gallup.com/poll/103456/Time-Pressures-Stress-Common-Americans.aspx>.

en los primeros años treinta del siglo XIV: North, *God's Clockmaker*, capítulo 15; North, *Richard of Wallingford*; Walsingham, *Gesta Abbatum*.

«El cisma con Roma»: North, *God's Clockmaker*, 5.

navegando dos meses: relato de la llegada del Endeavour a Tahití: *The Journals of Captain James Cook. Volume I: The Voyage of the Endeavour 1768-1771*, ed. John Beaglehole (Hakluyt Society, 1955), entradas de 30 de marzo a 13 de abril de 1769.

«un cubo de carbón flotante»: Joan Druett, *Tupaia: Captain Cook's Polynesian Navigator* (Praeger, 2010), pág. 58.

una multitud de canoas: relatos sobre la estancia del Endeavour en Tahití: Ann Salmond, *The Trial of the Cannibal Dog: Captain Cook in the South Seas* (Penguin, 2004); Druett, *Tupaia*; Beaglehole, *Journals Volume I;* Joseph Banks, *The Endeavour Journal of Sir Joseph Banks*, University of Sydney Library (publicado por primera vez en 1771); William Frame y Laura Walker, *James Cook: The Voyages* (British Library, 2018).

escarabajos peloteros: James Foster y VV. AA., «How animals follow the stars», *Proceedings of the Royal Society B* 285 (2018), <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2322>.

era de los descubrimientos: David Barrie, *Sextant: A Voyage Guided by the Stars and the Men who Mapped the World's Oceans* (William Collins, 2014); Ben Finney, «Nautical cartography and traditional navigation in Oceania», en *The History of Cartography*, volumen 2, libro 3, ed. David Woodward and Malcolm Lewis (University of Chicago Press, 1998), págs. 443-492.

un dispositivo llamado H4: Landes, *Revolution in Time*, págs. 145-157.

medir el tiempo en un barco: una historia popularizada en Dava Sobel, *Longitude: The True Story of a Lone Genius who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time* (Walker & Co., 1995). Traducción española*: Longitud* (Anagrama, 2006).

medir el paralaje de un planeta: Edmund Halley, «A new method of determining the parallax of the Sun», *Philosophical Transactions* 29 (1716), pág. 454; Michael Chauvin, «Astronomy in the Sandwich Islands: The 1874 transit of Venus», *The Hawaiian Journal of History* 27 (1993), págs. 185-225. Historia

de los intentos de medir el tamaño del sistema solar a partir de los tránsitos de Venus: Donald Teets, «Transits of Venus and the Astronomical Unit», *Mathematics Magazine* 76 (2003), págs. 335-348.

el sextante y el cuadrante recién reparado: sobre los instrumentos y la astronomía durante la misión de Cook de 1769: Wayne Orchiston, «Cook, Green, Maskelyne and the 1769 transit of Venus: The legacy of the Tahitian observations», *Journal of Astronomical History and Heritage* 20 (2017), págs. 35-68; Wayne Orchiston, «James Cook's 1769 transit of Venus expedition to Tahiti», *Proceedings of the International Astronomical Union Colloquium No. 196*, 2004, págs. 52-66.

«nos corresponde aprovechar al máximo»: Orchiston, «Cook, Green, Maskelyne». Encontrará más información sobre el trasfondo político de la misión de Cook en Chauvin, «Sandwich Islands».

«El nuevo orden mundial»: Barrie, *Sextant*, pág. 92.

Tupaia era un sumo sacerdote de los *arioi*: Druett, *Tupaia*, págs. 3-9.

«quedármelo como una curiosidad»: Banks, *Endeavour Journal*, 12 de julio de 1769.

«lágrimas sinceras»: Banks, *Endeavour Journal*, 13 de julio de 1769.

un momento extraordinario: Frame y Walker, *James Cook*, pág. 58.

«la misma nación»: *The Journals of Captain James Cook on his Voyages of Discovery: Volume II: The Voyage of the* Resolution *and* Adventure *1772-1775*, ed. John Beaglehole (Routledge, 2017), pág. 354.

«dibujado por Tupaia»: Beaglehole, *Journals Volume I*, 294; citado en Anne Di Piazza y Erik Pearthree, «History of an idea about Tupaia's chart», *Cook's Log* 35 (2012), pág. 18. Véase también Frame y Walker, *James Cook*; Finney, «Nautical cartography», págs. 443-492.

«usando el Sol a modo de brújula»: Beaglehole, *Journals Volume I*, pág. 154.

migraron por mar: Ben Finney, «The Pacific basin: An introduction», en *The History of Cartography*, volumen 2, libro 3, ed. David Woodward y Malcolm Lewis (University of Chicago Press, 1998), págs. 419-422; Ben Finney, «Colonising an island world», *Transactions of the American Philosophical Society* 86 (1996), págs. 71-116.

el escepticismo borró: un análisis sobre el escepticismo y los disidentes, que incluye el origen del proyecto *Hokule'a*, en Finney, «Nautical cartography».

«reacción cultural»: «Nainoa Thompson», Polynesian Voyaging Society, acceso realizado el 5 de noviembre de 2019, <http://archive.hokulea.com/index/founder_and_teachers/nainoa_thompson.html>. (Esta biografía contiene información de Gisela Speidel, «The Ocean Is My Classroom», *Kamehameha Journal of Education* 5 (1994), págs. 11-23, y de las conferencias pronunciadas por Nainoa Thompson en 1997 y 1998.) Para saber más sobre *Hokule'a*: Patrick Karjala y VV. AA., «Kilo Hōkū - Experiencing Hawaiian, non-instrument open ocean navigation through virtual reality», *Presence* 26 (2017), págs. 264-280.

«Pasamos de ser unos náufragos»: Gary Kubota, «Ben Finney, a founder of the Polynesian Voyaging Society, dies at 83», *Honolulu Star Advertiser*, 24 de mayo de 2017, <https://www.staradvertiser.com/2017/05/24/breaking-news/ben-finney-a-founder-of-the-polynesian-voyaging-society-dies-at-83>.

hallazgos arqueológicos y genéticos: por ejemplo, Alice Storey y VV. AA., «Radiocarbon and DNA evidence for a pre-Columbian introduction of Polynesian chickens to Chile», *PNAS* 104 (2007), págs. 1335-1339; Shane Egan y David Burley, «Triangular men on one very long voyage: The context and implications of a Hawaiian-style petroglyph site in the Polynesian kingdom of Tonga», *Journal of the Polynesian Society* 118 (2009), págs. 209-232; Andrew McAlister y VV. AA, «The identification of a Marquesan adze in the Cook Islands», *Journal of the Polynesian Society* 122 (2013), págs. 257-273.

la del marinero y erudito polinesio David Lewis: David Lewis, *We, the Navigators: The Ancient Art of Landfinding in the Pacific* (University of Hawaii Press, 1972).

utilizaron una «brújula estelar»: Finney, «Nautical cartography»; Anne Di Piazza, «A reconstruction of a Tahitian star compass based on Tupaia's "Chart for the Society Islands with Otaheite in the center"», *Journal of the Polynesian Society* 119 (2010), págs. 377-392.

«gran pez ballesta»: Finney, «Nautical cartography».

un antiguo canto: Teuira Henry, «Birth of the heavenly bodies», *Journal of the Polynesian Society* 16 (1907), págs. 101-104.

programa de enseñanza destinado a los sacerdotes: Stan Lusby y VV. AA., «Navigation and discovery in the Polynesian oceanic empire: Part One», *Hydrographic Journal* 131/132 (2010), págs. 17-25.

los pilares de Rua-nui: Stan Lusby y VV. AA., «Navigation and discovery in the Polynesian oceanic empire: Part Two», *Hydrographic Journal* 134 (2010), págs. 15-25.

«una forma de ser»: Di Piazza y Pearthree, «History of an idea».

el mapa de Tahití que realizó Cook: James Cook, «Chart of the Island Otaheite» (London, 1769), National Maritime Museum, Greenwich, <https://collections.rmg.co.uk/collections/objects/540641.html>.

el primer pueblo que incorporó elementos matemáticos: fuente general sobre la historia de la cartografía: *The History of Cartography*, *Volume One: Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*, ed. Brian Harley y David Woodward (University of Chicago Press, 1987).

***mappae mundi*:** David Woodward, «Medieval Mappaemundi», en Harley y Woodward, *The History of Cartography*, págs. 286-370.

Di Piazza y Pearthree señalaron: Anne Di Piazza y Erik Pearthree, «A new reading of Tupaia's chart', *Journal of the Polynesian Society* 116 (2007), págs. 321-340; Di Piazza y Pearthree, «History of an idea».

«sondeo del agujero del arrecife»: Finney, «Nautical cartography».

«Cuando la tecnología»: citado en «Navigation part of the brain "is switched off" as soon as you turn on a sat nav», *Daily Express*, 21 de marzo de 2017, <https://www.express.co.uk/news/uk/781986/Navigation-part-brain-switched-off-sat-nav-GPS>; Amir-Homayoun Javadi y VV. AA., «Hippocampal and prefrontal processing of network topology to simulate the future», *Nature Communications* 8 (2017), 14652.

son menos capaces de orientarse: Steven Tripp, «Cognitive Navigation: Toward a biological basis for instructional design», *Educational Technology and Society* 4 (2001), págs. 41-49; Alex Hutchinson, «Global Impositioning Systems: Is GPS technology actually harming our sense of direction?», *The Walrus*, noviembre de 2009, <https://thewalrus.ca/global-impositioning-systems>.

excesiva dependencia de las tecnologías: Nicholas Carr, «All can be lost: The risk of putting our knowledge in the hands of machines», *The Atlantic*, noviembre de 2013, <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2013/11/the-great-forgetting/309516/>.

VII. PODER

discutidor, pero elocuente: para mayor detalle sobre la vida de Thomas Paine: R. R. Fennessy, *Burke, Paine, and the Rights of Man* (Springer, 1963), págs. 12-47; Harvey Kaye, *Thomas Paine and the Promise of America* (Hill & Wang, 2005); Peter Linebaugh, *Peter Linebaugh Presents* The Rights of Man *and* Common Sense (Verso, 2009); Edward Larkin, *Thomas Paine and the Literature of Revolution* (Cambridge University Press, 2005); Craig Nelson, *Thomas Paine: His Life, His Time and the Birth of Modern Nations* (Profile, 2007).

una mezcla vibrante: «Descriptions of eighteenth-century Philadelphia before the Revolution», National Humanities Center Resource Toolbox, 2009, <http://nationalhumanitiescenter.org/pds/becomingamer/growth/text2/philadelphiadescriptions.pdf>.

«el escritor más influyente»: Harvey Kaye, *Thomas Paine*; citado en Mariana Asis y Jason Xidias, *An Analysis of Thomas Paine's* Rights of Man (Routledge, 2017), pág. 62.

el anuncio apareció en: Alyce Barry, «Thomas Paine, Privateersman», *Pennsylvania Magazine of History and Biography*, 101 (2014), págs. 451-461.

un par de globos: Thomas Paine, *The Age of Reason* (Watts & Co., 1945), pág. 42. Texto completo en: <https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.202369/page/n5>. Traducción española: *La edad de la razón* (Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México, 1990).

«Sus constantes conferencias»: Craig Nelson, «Sample chapter: Thomas Paine», <http://www.craignelson.us/books/thomas-paine/sample-chapter/>.

«estado cósmico»: Nicholas Campion, «Astronomy and political theory», *Proceedings of the International Astronomical Union* 5 (2009), págs. 595-602.

«Nadie ha oído hablar»: Bruno Latour, *We Have Never Been Modern* (Harvard University Press, 2006), pág. 107; citado en Campion, «Astronomy and political theory». Traducción española: *Nunca hemos sido modernos* (Debate, 1993).

«Hijo del Cielo»: Sun Xiaochun, «Crossing the boundaries between heaven and man: Astronomy in ancient China», en *Astronomy Across Cultures*, ed. Helaine Selin y Sun Xiaochun (Springer, 2000), págs. 423-454.

el dios de la lluvia, Chac: Ivan Šprajc, «Astronomy and power in Mesoamerica», en *Astronomy and Power: How Worlds are Structured*: *Proceedings of the SEAC 2010 Conference, BAR International Series* 2794 (2016), págs. 185-192.

«centro de un imperio mundial»: Ibrahim Allawi, «Some evolutionary and cosmological aspects to early Islamic town planning», en *Theories and Principles of Design in the Architecture of Islamic Societies* (Aga Khan Program for Islamic Architecture, 1988), págs. 57-72. También tratado en: Nicholas Campion, «Archaeoastronomy and calendar cities», *Journal of Physics: Conference Series* 685 (2016), 012005.

Tombuctú, Mali (nota a pie de página): Clare Oxby, «A review of African ethno-astronomy», *La Ricerca Folklorica* 40 (1999), págs. 55-64.

imagen de un poderoso rey: Keith Hutchison, «Towards a political iconography of the Copernican revolution», en *Astrology, Science and Society: Historical Essays*, ed. Patrick Curry (Woodbridge, 1987), págs. 95-141.

«gobierna la familia de planetas»: *Nicolaus Copernicus, Complete Works,* vol. 1, trad. Edward Rosen (Johns Hopkins University Press, 1992).

los reyes europeos comenzaron: Hutchison, «Copernican revolution»; Eran Shalev, «A Republic amidst the stars: political astronomy and the intellectual origins of the stars and stripes», *Journal of the Early Republic* 31 (2011), págs. 39-73.

«sistema mundial»: Mordechai Feingold, *The Newtonian Moment: Isaac Newton and the Making of Modern Culture* (OUP, USA, 2005), págs. 157-167.

«lenguaje de las matemáticas»: Galilei Galileo, *Opere* 6, ed. Antonio Favaro (Edizione Nazionale, 1890-1909), pág. 232; Douglas Jesseph, «Galileo, Hobbes and the Book of Nature», *Perspectives on Science* 12 (2004), págs. 191-211.

«solitaria, pobre, desagradable»: Thomas Hobbes, *Leviathan* (Wordsworth, 2014), pág. 97. Traducción española: *Leviatán* (Alianza Editorial, 2018).

Newton reemplazó ese cosmos errático: *Isaac Newton, The Mathematical Principles of Natural Philosophy*, vol. 2 (Londres, 1729), pág. 388, <http://www.newtonproject.ox.ac.uk/view/texts/normalized/NATP00056>. El impacto se analiza en Rob Iliffe, *Newton: A Very Short Introduction* (OUP, 2007).

«ley natural»: John Locke, *An Essay Concerning Human Understanding* (Wordsworth, 2014), pág. 718. Traducción española: *Ensayo sobre el entendimiento humano* (Folio, 2003).

«nunca demostraría suficiente admiración»: las relaciones entre Locke y Newton se analizan en Lisa Downing, «Locke's Newtonianism and Lockean Newtonianism», *Perspectives on Science* 5 (1997), págs. 285-310; Lisa Downing, «Locke's

Metaphysics and Newtonian Metaphysics», en *Newton and Empiricism*, ed. Zvi Biener y Eric Schliesser (OUP, 2014), págs. 97-118.

«emblemas de una nueva era»: Mordechai Feingold, «Partnership in Glory: Newton and Locke through the Enlightenment and beyond», en *Newton's Scientific and Philosophical Legacy*, ed. Paul Scheurer y Guy Debrock (Kluwer, 1988), pág. 292. Para un análisis general sobre la filosofía y la política de la Ilustración véase Jonathan Israel, *Revolution of the Mind: Radical Enlightenment and the Intellectual Origins of Modern Democracy* (Princeton University Press, 2011); Jonathan Israel, *Democratic Enlightenment: Philosophy, Revolution, and Human Rights, 1750-1790* (Oxford University Press, 2013).

se filtraron en la política: Carl L. Becker, *The Declaration of Independence: A Study in the History of Political Ideas* (Vintage, 1958), págs. 59-60; Nicholas Campion, «Astronomy and culture in the eighteenth century: Isaac Newton's influence on the Enlightenment and politics», *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 16 (2016), págs. 497-502; Feingold, *Newtonian Moment*.

comparó los vínculos sociales con la gravedad: citado en Feingold, *Newtonian Moment*.

un ejemplo de la mecánica celeste: Henry St John, Viscount Bolingbroke, «A Dissertation upon Parties» (1733-1734), en *The Works of Lord Bolingbroke* (Philadelphia, 1841), II, 85.

uno de los conceptos políticos más poderosos: Richard Striner, «Political Newtonianism: The cosmic model of politics in Europe and America», *William and Mary Quarterly*, 3rd Series, 52 (1995), págs. 583-608.

«Ese tipo de gobierno»: Charles de Montesquieu, *The Spirit of the Laws*, pág. 1748, trad. Thomas Nugent (Franklin Center, 1984). Traducción española: *El espíritu de las leyes* (Itsmo, 2002).

«Cuando el país»: Thomas Paine, *The American Crisis, VII*, 21 de noviembre de 1778, <http://www.ushistory.org/paine/crisis/c-07.htm>; quoted in Nelson, *Thomas Paine*.

«En ningún caso ha hecho la naturaleza»: Thomas Paine,

Common Sense (Haldeman-Julius, 1920), pág. 48, <https://archive.org/details/commonsense00painrich/page/n2>.
Traducción española: *El sentido común* (Funambulista, 2020).

«un asno, en lugar de un león»: Paine, *Common Sense.*

«poder gravitacional»: Paine, *Common Sense*.

«que el mundo vuelva a empezar»: Paine, *Common Sense*.

«estar loco o ser un fanático»: Bernard Bailyn, *Faces of Revolution: Personalities and Themes in the Struggle for American Independence* (Knopf, 1990).

«Paine se valió de una idea»: Nelson, *Thomas Paine*.

«hablar impunemente de independencia»: John Keane, *Tom Paine: A Political Life* (Little, Brown, 1995), pág. 145; citado en Nelson, *Thomas Paine,* pág. 93.

«propia esfera», «polo de atracción»: citado en Shalev, «Republic amidst the stars».

«un sinfín de bolas en el aire»: Shalev, «Republic amidst the stars».

«una república entre las estrellas»: Shalev, «Republic amidst the stars».

«en sus órbitas»: *The Records of the Federal Convention of 1787*, ed. Max Farrand (New Haven, 1911), vol. I; citado en Striner, «Political Newtonianism».

«las atracciones y rechazos»: John Adams, *A Defence of the Constitutions of the Government of the United States of America* (Dilly, 1787-1788); citado en Shalev, «Republic amidst the stars».

«trece estrellas blancas sobre un fondo azul»: Shalev, «Republic amidst the stars».

«No creía que»: carta de Thomas Paine a George Washington, 21 de julio de 1791; citada en Nelson, *Thomas Paine*.

un panfleto [...] que tuvo un enorme éxito: Edmund Burke, *Reflections on the Revolution in France, and on the Proceedings in Certain Societies in London Relative to That Event: In a Letter Intended to Have Been Sent to a Gentleman in Paris* (Londres, 1790).

«contagio»: citado en Nelson, *Thomas Paine*, pág. 192.

«Nunca se han hecho tantos esfuerzos»: Paine, *The Rights of Man* (Watts & Co., 1906), pág. 22, <https://archive.org/details/rightsman00paingoog/page/n9>. Traducción española: *Derechos del Hombre* (Alianza Editorial, 2008).

una multitud agitada: Nelson, «Sample chapter».

«¡Viva Thomas Paine!»: Nelson, *Thomas Paine*, pág. 235.

había comparado a la República francesa: Nelson, *Thomas Paine*, pág. 253.

«Vi que mi vida»: carta de Thomas Paine a Samuel Adams, 1 de enero de 1803, Thomas Paine National Historical Association, <http://thomaspaine.org/letters/other/to-samuel-adams-january-1-1803.html>.

«cuando llegué a dominar»: Paine, *The Age of Reason*.

«aterrorizar y esclavizar»: Paine, *The Age of Reason*.

«extremadamente necesaria»: Paine, *The Age of Reason*.

ideas que había escuchado en las conferencias: David Hoffman, «"The Creation We Behold": Thomas Paine's *The Age of Reason* and the tradition of physico-theology», *Proceedings of the American Philosophical Society* 157 (2013), págs. 281-303.

«millones de mundos tan grandes»: Paine, *The Age of Reason*.

«millones de mundos igualmente necesitados»: Paine, *The Age of Reason*; temas tratados en Hoffman, *Creation We Behold.*

«se dispersa en la mente como si las plumas en el aire»: Paine, *The Age of Reason.*

«Lo que ahora se llama filosofía natural»: Paine, *The Age of Reason.*

tradición deísta: Fennessy, *Burke, Paine*, págs. 12-47.

cuando se publicó en 1794: Franklyn Prochaska, «Thomas Paine's *The Age of Reason* revisited», *Journal of the History of Ideas* 33 (1972), págs. 561-576.

«a tal punto de rabia y desconfianza»: carta de Thomas Paine a George Washington, París, 30 de julio de 1796, <https://www.thomaspaine.org/major-works/letter-to-george-washington.html>.

«por aquel entonces tenía pocas esperanzas»: Paine, *The Age of Reason.*

la temperatura de Paine: Nelson, *Thomas Paine*, pág. 282.

«ateo borracho»: Keane, *Tom Paine*, pág. 451; citado en Nelson, *Thomas Paine*.

«reptil repugnante»: Alfred Aldridge, *Man of Reason: The Life of Thomas Paine* (Lippincott, 1959), pág. 269.

«bestia semihumana»: *The Complete Writings of Thomas Paine*, volumen 1, ed. Philip Foner (Citadel Press, 1945), pág. xlii.

«Ser inteligente y poderoso»: Isaac Newton, *Principia*, 388. Traducción española: *Principios matemáticos de la filosofía natural* (Alianza Editorial, 2011).

«los hombres como Paine»: Bertrand Russell, «The Fate of Thomas Paine», en *Why I Am Not a Christian* (Routledge, 2004), págs. 70-83. Traducción española: «El destino de Thomas Paine», en *¿Por qué no soy cristiano?* (Edhasa, 2000).

paso fundamental: Christopher Hitchens, *God Is Not Great: How Religion Poisons Everything* (Twelve, 2007). Traducción española: *Dios no es bueno: alegato contra la religión* (Debate, 2008); Christopher Hitchens, *Thomas Paine's Rights of Man* (Grove Press, 2007). Thomas Paine también es defendido por los humanistas del Reino Unido, <https://humanism.org.uk/humanism/the-humanist-tradition/enlightenment/thomas-aine/>, y por la Sociedad Nacional Laica, que afirma que «el desarrollo del secularismo no puede entenderse sin hacer referencia a Thomas Paine», <https://www.secularism.org.uk/thomas-paine.html>.

«desencantamiento»: Richard Jenkins, «Disenchantment, enchantment and re-enchantment: Max Weber at the millennium», Max Weber Studies 1 (2000), págs. 11-32. Analizado también en Nicholas Campion, «Enchantment and the awe of the heavens», *Inspiration of Astronomical Phenomena VI*, 441 (2011), pág. 415.

«muerte de Dios»: Friedrich Nietzsche, *The Joyous Science* (Penguin Classics, 2016). Traducción española: *La gaya ciencia* (Tecnos, 2016).

«el mayor descubrimiento»: la influencia que ejerció Newton en Adam Smith se analiza en Feingold, *Newtonian Moment*.

cientos de «leyes» psicológicas: Karl Teigen, «One hundred years of laws in psychology», *American Journal of Psychology* 115 (2002), págs. 103-118.

VIII. LUZ

una luz desconocida: Simon Schaffer, «Uranus and the establishment of Herschel's astronomy», *Journal of the History of Astronomy*, 12 (1981), págs. 11-26.

la evolución que llevó de observar: tratado, por ejemplo, en Richard Holmes, *The Age of Wonder: How the Romantic Generation Discovered the Beauty and Terror of Science* (Harper Collins, 2008).

un jardín astronómico infinito: por ejemplo, véase Erasmus Darwin, *The Botanic Garden* (J. Johnson, 1791).

Auguste Comte: Jonathan Turner y VV. AA., «The Sociology of Auguste Comte», en *The Emergence of Sociological Theory* (Sage, 2012), págs. 37-54.

«Podemos imaginar la posibilidad»: Auguste Comte, *Cours de Philosophie Positive*, vol. 2 (Baillière, 1864). Traducción española: *Curso de filosofía positiva* (Orbis, 1984); citado en Barbara Becker, «Celestial spectroscopy: making reality fit the myth», *Science* 301 (2003), págs. 1332-1333.

«carece de interés astronómico propiamente dicho»: Edward Maunder, *The Royal Observatory Greenwich* (The Religious Tract Society, 1900), págs. 266-267.

«los dejó boquiabiertos»: Biman Nath, «From Chemistry to the Stars», en *The Story of Helium and the Birth of Astrophysics* (Springer, 2013), pág. 38.

«olor a quemado que emanaba de Bunsen»: Lawson Cockcroft, «A perilous life», *Chemistry in Britain*, mayo de 1999, págs. 49-50.

«A nuestros pies»: Cockcroft, «A perilous life».

el físico Gustav Kirchhoff: la colaboración entre Bunsen y Kirchhoff se trata en Owen Gingerich, «The Nineteenth-century birth of astrophysics», en *Physics of Solar and Stellar Coronae*,

ed. Jeffrey Linsky y Salvatore Serio (Kluwer, 1993), págs. 47-58; Andrew King, *Stars: A Very Short Introduction* (Oxford University Press, 2012); Nath, «From Chemistry to the Stars».

tenía poco que ver con: la vida de Kirchhoff aparece tratada en Klaus Hentschel, «Biographical Introduction», en *Gustav Robert Kirchhoff 's Treatise 'On the Theory of Light Rays' (1882)*, ed. Klaus Hentschel y Ning Yan Zhu (World Scientific, 2016), págs. 1-18; Robert von Helmholtz, «A Memoir of Gustav Robert Kirchhoff», traducido de *Deutsche Rundschau*, 14 (1888), págs. 232-245.

«supera todo lo conocido»: Gustav Kirchhoff y Robert Bunsen, «Chemical Analysis by Observation of Spectra», *Spectroscopy* 7 (1860), págs. 20-25, traducido de *Annalen der Physik und der Chemie* 110 (1860), págs. 161-189.

«para designar el azul»: Mary Weeks, «The discovery of the elements. XIII. Some spectroscopic discoveries», *Journal of Chemical Education* 9 (1932): págs. 1413-1434; citado en Nath, «From Chemistry to the Stars», pág. 43.

«Si pudimos determinar»: «Some Scientific Centres: The Heidelberg Physical Laboratory», *Nature* 65 (1902), págs. 587-590.

solo había sobrevivido una persona: La vida de Joseph von Fraunhofer aparece tratada en W. F. T. Schirach, «Joseph von Fraunhofer», *Monthly Notes of the Astronomical Society of South Africa* 9 (1950), págs. 64-67; Nath, «From Chemistry to the Stars».

«líneas verticales fuertes y débiles»: J. S. Ames, *Prismatic and Diffraction Spectra: Memoirs by Joseph von Fraunhofer* (Harper & Brothers, 1898); citado en Nath, «From Chemistry to the Stars», pág. 24.

***Approximavit sidera*:** Nath, «From Chemistry to the Stars», pág. 26.

comprendió al vuelo: Gustav Kirchhoff, «On the relation between the radiating and absorbing powers of different bodies for light and heat», traducción en *Philosophical Magazine and Journal of*

Science, series 4, 20 (1860), págs. 1-21; Nath, «From Chemistry to the Stars», pág. 40.

«no nos deja dormir»: Carta de Robert Bunsen a Henry Roscoe, 15 de noviembre de 1859, en *The Life and Experiences of Sir Henry Enfield Roscoe* (Macmillan, 1906), pág. 81; citado en Gingerich, *Birth of Astrophysics*. Véase también: Gustav Kirchhoff, «Uber die Fraunhofer'schen Linien», *Monatsberichte der Königlichen Preussischen Akademie der Wissenschaft zu Berlin* (1859), págs. 662-665; traducido al inglés en *Philosophical Magazine and Journal of Science*, series 4, 19 (1860), págs. 193-197.

«Nunca olvidaré»: Henry Roscoe, *Ein Leben der Arbeit Errinerungen* (Leipzig, 1919); citado en E. V. Shpol'skii, «A century of spectrum análisis», *Soviet Physics Uspekhi,* volumen 2 (1960), pág. 967; y Nath, «From Chemistry to the Stars», pág. 42.

«traer hasta aquí un poco de oro solar» (nota a pie de página): von Helmholtz, «Memoir of Gustav Robert Kirchhoff», págs. 232-245.

«Si fuéramos al Sol»: Becker, «Celestial spectroscopy».

de una familia acomodada: las vidas y el trabajo de William y Mary Huggins aparecen tratadas en William Huggins y Mary Huggins, *An Atlas of Representative Stellar Spectra*, vols. 1 y 2 (William Wesley, 1899); Sarah Whiting, «Lady Huggins», *Astrophysical Journal* 42 (1915), págs. 1-4; Charles Mills y C. F. Brooke, *A Sketch of the Life of Sir William Huggins* (London, 1936); Barbara Becker, «Dispelling the Myth of the Able Assistant: Margaret and William Huggins at work in the Tulse Hill Observatory», en *Creative Couples in the Sciences*, ed. Helena Pycior y VV. AA. (Rutgers, 1996); Barbara Becker, *Unravelling Starlight: William and Margaret Huggins and the Rise of the New Astronomy* (Cambridge University Press, 2011).

«un manantial»: William Huggins, «The New Astronomy: A personal retrospect», *Nineteenth Century* 41 (1897), págs. 907-929.

«levantar un velo»: Huggins, «New Astronomy».

«un poco insatisfecho» (nota a pie de página): Huggins, «New Astronomy».

«gases nocivos»: Huggins, «New Astronomy».

«Los rayos luminosos típicos»: Huggins y Huggins, *Atlas*, 1, 8.

la historiadora Barbara Becker (nota al pie): Becker, «Celestial spectroscopy».

cincuenta estrellas importantes: William Huggins y William Miller, «On the Spectra of some of the Fixed Stars», *Philosophical Transactions of the Royal Society* 154 (1864), págs. 413-435.

«más estrechamente relacionados»: Huggins y Miller, «Spectra», pág. 434.

«fluido brillante»: sugerido por William Herschel; citado en Stewart Moore, «Historical Note: 150 years of astronomical spectroscopy», *Journal of the British Astronomical Association*, agosto de 2014, págs. 186-187.

«universos isla»: el término se introdujo con posterioridad, pero la idea fue sostenida por Immanuel Kant, por ejemplo. Analizado en Michael Crowe, *Modern Theories of the Universe: From Herschel to Hubble* (Dover, 1994), págs. 69-70.

«un lugar secreto de la creación»: Huggins, «New Astronomy».

la nebulosa producía: Huggins y Miller, «Spectra».

«objetos maravillosos»: Huggins y Miller, «Spectra».

«me llevé una gran alegría», «amplia convulsión» y **«un mundo en llamas»:** Huggins, «New Astronomy».

«sustancia ignota» (nota a pie de página): William Huggins, «A supplement to the paper "On the spectra of some of the fixed stars"», *Philosophical Transactions* 154 (1864), pág. 443.

«nebulio» (nota a pie de página): Becker, «Dispelling the myth», nota a pie de página 59.

Huggins escribió (nota a pie de página): James Clerk Maxwell, *The Scientific Letters and Papers of James Clerk Maxwell, Volume 2: 1862-1873*, ed. P. M. Harman (Cambridge University Press, 1995), pág. 306.

Charles Darwin [...] en 1873 publicó (nota a pie de página): Charles Darwin, «Inherited instinct», *Nature* 7 (1873), pág. 281.

Barbara Becker sugiere (nota a pie de página): Becker, «Dispelling the myth».

Henry y Anna Draper: Joseph Tenn, «The Hugginses, the Drapers, and the rise of astrophysics», *Griffith Observer*, octubre de 1986, págs. 1-15.

«juntas universales»: Mills y Brooke, *Sketch*, págs. 38-40.

«Cualquier imaginación se sentiría abrumada»: Mills y Brooke, *Sketch*, pág. 37.

«un hombre más feliz»: Mills y Brooke, *Sketch*.

«siempre me ha desconcertado»: Mills y Brooke, *Sketch*.

«Con cada descubrimiento»: citado en George Hale, «The Work of Sir William Huggins», *Astrophysical Journal* 37 (1915), págs. 145-153.

un gran atlas: Huggins y Huggins, *Atlas*.

«uno de los mejores»: Mills y Brooke, *Sketch*.

«Los dos se detuvieron a mirarlo con tristeza»: Mills y Brooke, *Sketch*.

todos los elementos químicos más pesados: William Fowler, «Experimental and theoretical nuclear astrophysics: The quest for the origin of the elements», conferencia pronunciada con ocasión de la entrega del Premio Nobel, 1983; George Wallerstein y VV. AA., «Synthesis of the elements in the stars: forty years of progress», *Reviews of Modern Physics* 69 (1997), págs. 995-1084.

«Tuve la impresión de que no»: Gary Fildes, *An Astronomer's Tale* (Century, 2016), pág. 253.

IX. ARTE

los críticos dijeron que: Rosamund Bartlett y Sarah Dadswell, *Victory Over the Sun: The World's First Futurist Opera* (University of Exeter Press, 2012), págs. 88-89 y 95.

en el teatro Luna Park: los detalles sobre la producción se describen en: Bartlett y Dadswell, *Victory Over the Sun*; Charlotte Douglas, «Victory Over the Sun», *Russian History* 8 (1981), págs. 69-89; Anna Kisselgoff, «Victory Over the Sun», *New York Times*, 27 de enero de 1981, <https://www.nytimes.com/1981/01/27/arts/theater-victory-over-the-

sun.html>; Isobel Hunter, «*Zaum* and Sun: The "first Futurist opera" revisited», *Central Europe Review*, 12 de julio de 1999, <https://www.pecina.cz/files/www.ce-review.org/99/3/ondisplay3_hunter.html>.

«Es un intento de conmocionar»: Douglas, «Victory Over the Sun».

«una ridícula pérdida de tiempo»: Andrew Clements, «Victory Over the Sun», *Guardian*, 22 de junio de 1999, <https://www.theguardian.com/culture/1999/jun/22/artsfeatures2>.

«no equiparaba lo real»: Ronald Rees, «Historical links between cartography and Art», *Geographical Review* 70 (1980), pág. 66.

en el preciso momento en que los cartógrafos adoptaron: Rees, «Historical links», págs. 60-78.

la invención de la fotografía: por ejemplo, John Berger, *Ways of Seeing* (Penguin, nueva edición, 2008), págs. 7-34. Traducción española: *Modos de ver* (Gustavo Gili, 2004).

fue impactante: Arthur Miller, *Einstein, Picasso: Space, Time, and the Beauty that Causes Havoc* (Basic Books, 2001), 6; Jonathan Jones, «Pablo's punks», *The Guardian*, 9 de enero de 2007, <https://www.theguardian.com/culture/2007/jan/09/2>.

la oleada de avances científicos: sobre los desarrollos científicos y la manera en que influyeron en los artistas: Linda Henderson, «Vibratory Modernism: Boccioni, Kupka, and the Ether of Space», en *From Energy to Information: Representation in Science and Technology, Art, and Literature*, ed. Bruce Clarke and Linda Henderson (Stanford University Press, 2002), págs. 126-150; Linda Henderson, «Editor's Introduction: I. Writing Modern Art and Science – An Overview; II. Cubism, Futurism, and Ether Physics in the Early Twentieth Century», *Science in Context* 17 (2004), págs. 423-466; Linda Henderson, «Abstraction, the Ether, and the Fourth Dimension: Kandinsky, Mondrian, and Malevich in Context», en *The Infinite White Abyss: Kandinsky, Malevich, Mondrian*, ed. Marlon Ackermann y VV. AA. (Snoeck Verlagsgesellschaft, 2014), págs. 233-244.

«es tan esencial»: J. J. Thomson, «Address by the President, Sir J. J. Thomson», en *Report of the 79th Meeting of the British*

Association for the Advancement of Science (1909) (John Murray, 1910), pág. 15; citado en Henderson, «Writing Modern Art and Science».

la última fuente: Henderson, «Vibratory Modernism»; «Writing Modern Art and Science».

dimensiones extra ocultas: Linda Henderson, «The Image and Imagination of the Fourth Dimension in Twentieth-Century Art and Culture», *Configurations* 17 (2009), págs. 131-160; Linda Henderson, *The Fourth Dimension and Non-Euclidean Geometry in Modern Art* (MIT Press, nueva edición, 2013).

«reinos invisibles»: Henderson, «Writing Modern Art and Science», pág. 447.

«lenguaje de los estudios modernos»: Guillaume Apollinaire, «La peinture nouvelle: Notes d'art», *Les Soirées de Paris*, 3 (April 1912), pág. 90. Tratado en Henderson, *Fourth Dimension,* capítulo 2.

«atmósfera condensada»: Umberto Boccioni (1914), *Dynamisme plastique: peinture et sculpture futuristes*, ed. Giovanni Lista, trans. Claude Minot and Giovanni Lista *(L'Age d'homme,* 1975), pág. 104. Traducción española: *Estética y arte futuristas: dinamismo plástico* (Acantilado, 2004).

el grado en que: Henderson, «Vibratory Modernism».

«Todo me mostraba su cara»: Wassily Kandinsky, «Reminiscences/Three Pictures (1913)», en *Kandinsky: Complete Writings on Art*, ed. Kenneth Lindsay and Peter Vergo (Da Capo Press, 1994), pág. 361.

creció en Odessa: sobre la vida de Kandinsky: Jerome Ashmore, «Vasily Kandinsky and his idea of ultimate reality», *Ultimate Reality and Meaning* 2 (1979), págs. 228-256; «Wassily Kandinsky and his Paintings», acceso realizado el 5 de noviembre de 2019, <http://wassily-kandinsky.org>.

«imágenes vivas de alegres colores»: Peg Weiss, *Kandinsky and Old Russia: The Artist as Ethnographer and Shaman* (Yale University Press, 1995), 4.

«era un almiar»: Kandinsky, «Reminiscences», pág. 363.

«mirar el universo desde lo alto»: Roy McMullen, «Wassily

Kandinsky», *Enciclopedia británica,* acceso realizado el 5 de noviembre de 2019, <https://www.britannica.com/biography/Wassily-Kandinsky>.

no logró entender lo que sentía: Kandinsky, «Reminiscences», págs. 363-364.

«como una tuba salvaje»: Kandinsky, «Reminiscences», pág. 360.

«los objetos perjudicaban mis cuadros»: Kandinsky, «Reminiscences», págs. 369-370.

Kandinsky la hizo añicos: Donald Kuspit, «Spiritualism and Nihilism: The Second Decade», en *A Critical History of 20th-Century Art* (State University of New York, 2008), <http://www.artnet.com/magazineus/features/kuspit/kuspit2-17-06.asp>.

realizada tres años después: McMullen, «Kandinsky».

«un salto artístico»: Kuspit, «Spiritualism».

«colapso del átomo»: Ashmore, «Ultimate reality», pág. 239.

«nuevo tipo de comunicación artística»: Henderson, «Vibratory Modernism».

transmisión del pensamiento: Henderson, «Vibratory Modernism».

«una innumerable red»: Edward Carpenter, «The Art of Creation» (1904); citado en Henderson, «Vibratory Modernism».

«buscan nuevas emociones»: Ezra Pound, «The wisdom of poetry», *The Forum* 47 (April 1912), pág. 500; citado en Henderson, «Vibratory Modernism».

una especie de «alma del mundo»: Linda Henderson, «Modernism and Science», en *Modernism*, ed. Astradur Eysteinsson y Vivian Liska (John Benjamins, 2007), pág. 391.

entró a formar parte de la Sociedad Teosófica: análisis de las influencias teosóficas en Kandinsky: Sixten Ringbom, «Art in the epoch of the Great Spiritual: occult elements in the early theory of abstract painting», *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes* 29 (1966), págs. 386-418; Sixten Ringbom, *The Sounding Cosmos: A Study in the Spiritualism of Kandinsky and the Genesis of Abstract Painting* (Abo, 1970); Wessel Stoker, «Kandinsky: Art as Spiritual Bread», en *Where Heaven and Earth*

Meet: The Spiritual in the Art of Kandinsky, Rothko, Warhol and Kiefe (Rodopi, 2012); Henderson, «Abstraction».

«sonido interior» […] «evento cósmico»: Wassily Kandinsky, «Point and Line to Plane», en Kandinsky, *Complete Writings*, pág. 619; citado en Stoker, «Spiritual Bread», pág. 68.

«leyes cósmicas»: Ashmore, «Ultimate Reality».

«pesadilla de las ideas materialistas»: Wassily Kandinsky, *Concerning the Spiritual in Art.* Versión actualizada de la traducción del inglés de Michael Sadleir (Wittenborn, 1972), pág. 24; citada en Ashmore, «Ultimate Reality».

«era de la deificación de la materia»: Kandinsky, *Complete Writings*, págs. 97-98; citado en Kuspit, «Spiritualism».

«El mundo suena»: Wassily Kandinsky, *Der Blaue Reiter* (Almanac, 1912), en Kandinsky, *Complete Writings*, pág. 250. Traducción española: *El jinete azul* (Paidós Ibérica, 2010).

«una realidad por derecho propio»: Kuspit, «Spiritualism». Véase también: Michel Henry, *Seeing the Invisible: On Kandinsky*, trad. Scott Davidson (Continuum, 2005). Traducción española: *Ver lo invisible: Acerca de Kandinsky* (Siruela, 2008).

lejos de los centros culturales: «About the Artist», The Malevich Society, acceso realizado el 5 de noviembre de 2019, <http://malevichsociety.org/about-the-artist/>.

participó en un debate: Alexandra Shatskikh, *Black Square and the Origin of Suprematism*, traducción de Marian Schwartz (Yale University Press, 2012), capítulo 1.

«La razón ha encerrado el arte»: Shatskikh, *Black Square*, capítulo 1.

citas incompatibles: Shatskikh, *Black Square*, capítulo 1.

«incapaz de comprender»: Shatskikh, *Black Square*, capítulo 1.

«Los planos se revelan a sí mismos»: posdata de una carta de 5 de marzo de 1914; citada en Shatskikh, *Black Square*, capítulo 1.

«unas figuras geométricas maravillosas»: Shatskikh, *Black Square*, capítulo 1.

«eclipse parcial»: Shatskikh, *Black Square*, capítulo 1.

«iluminación extática», «rayos de fuego», «superó», «no pudo

comer ni beber, ni dormir»: Shatskikh, *Black Square*, pág. 45.

«un acto extremo»: Peter Schjeldahl, «The Prophet: Malevich's Revolution», *New Yorker*, 2 de junio de 2003, <https://www.newyorker.com/magazine/2003/06/02/the-prophet-2>.

un «salto» en solitario: Shatskikh, *Black Square*, pág. 53.

«Sentí la noche en mí»: Shatskikh, *Black Square*, pág. 261.

«es el mismo "icono"»: revisado por Alexandre Benois; citado en Shatskikh, *Black Square*, 109.

«abismo blanco»: Shatskikh, *Black Square*, pág. 252.

«la máxima ilusión»: El Lissitzky, «A. and Pangeometry, 1925», en Sophie Lissitzky-Kuppers, *El Lissitzky: Life, Letters, Texts* (Thames & Hudson, 1968), pág. 354.

si «[…] existían tales cuerpos», «Estoy abrumado»: Shatskikh, *Black Square*, pág. 140.

Malevich respondía: Henderson, «Image and Imagination»; «Abstraction».

Bragdon publicó unos diagramas: Claude Bragdon, *Primer of Higher Space: The Fourth Dimension* (1913); tratado en Henderson, «Image and Imagination»; «Abstraction».

parábola sobre una raza de hombres: Claude Bragdon, *Man the Square: A Higher Space Parable* (Manas Press, 1912).

«Se abre un nuevo horizonte»: Charles Hinton, *The Fourth Dimension* (1904); citado en Henderson, «Image and Imagination».

los polígonos suprematistas de Malevich: Henderson, «Image and Imagination». Véase también Stephen Luecking, «A Man and His Square: Kasimir Malevich and the Visualisation of the Fourth Dimension», *Journal of Mathematics and the Arts* 4 (2010), págs. 87-100; Linda Henderson, «Malevich, the fourth dimension and the ether of space one hundred years later», en *Celebrating Suprematism: New Approaches to the Art of Kazimir Malevich*, ed. Christina Lodeer (Brill, 2018), págs. 44-80.

«debe poseer el poder»: Peter Ouspensky, *Tertium Organum* (Routledge & Kegan Paul, 1965), pág. 145.

«cuando ponga estos huesos»: carta de Malevich a Matiushin, noviembre de 1916; citada en Shatskikh, *Black Square*, capítulo

4.

«el cosmos es desintegración»: Shatskikh, *Black Square*, pág. 253.

se vendió por veinte millones de dólares: Christie's, Nueva York, 13 de mayo de 2015, <https://www.christies.com/lotfinder/Lot/robert-ryman-b-1930-bridge-5896026-details.aspx>.

ni siquiera mencionaron [...] pensaron que se trataba de una broma: Shatskikh, *Black Square*, capítulo 5.

«Cero = Todo»: Shatskikh, *Black Square*, capítulo 5 y epílogo.

trataba de comunicar: Shatskikh, *Black Square*, capítulo 5.

«En verano»: carta de Malevich a Matiushin, noviembre de 1917; citada en Shatskikh, *Black Square*, capítulo 5.

«los meteoros, los soles, los cometas y los planetas»: Kazimir Malevich, «God is not cast down (1920)», en *K. S. Malevich: Essays on Art 1915-1933*, ed. Troels Andersen (Borgen, 1968), págs. 193-197; citado en Charlotte Gill, «"An urge to take off from the Earth": How Malevich embodies the role of "shamanic artist" in his early career», *North Street Review: Arts and Visual Culture* 17 (2014), págs. 53-62.

«Si todos los artistas pudieran ver»: Kazimir Malevich, «The Art of the Savage and its Principle (1915)», en Malevich, *Essays on Art*, pág. 29; citado en Gill, «Shamanic artist».

la espiritualidad mística: Gill, «Shamanic artist».

«Soy el principio»: Kazimir Malevich, *The Artist: Infinity, Suprematism: Unpublished Writings 1913-33*, ed. Troels Andersen (Borgen, 1978), pág. 29; citado en Gill, «Shamanic artist».

«forzar las leyes de la física»: James Housefield, *Playing with Earth and Sky: Astronomy, Geography and the Art of Marcel Duchamp* (Dartmouth College Press, 2016), pág. 17.

cortó unos listones de madera: Marcel Duchamp, *3 Standard Stoppages* (París, 1913-14), <https://www.moma.org/collection/works/78990>.

«nueva norma de medida»: Jonathan Williams, «Pata or Quantum: Duchamp and the end of determinist physics», *Tout-fait: The Marcel Duchamp Studies Online Journal* 1 (2000), <https://www.toutfait.com/issues/issue_3/Articles/williams/

williams.html>.

se afeitó el pelo: Housefield, *Earth and Sky*, págs. 137-153. Véase también Linda Henderson, «The *Large Glass* seen anew: reflections of contemporary science and technology in Marcel Duchamp's "hilarious picture"», *Leonardo* 32 (1998), págs. 113-126.

«va de un lado a otro»: André Breton, *Manifesto of Surrealism* (1924). Traducción española: *Manifiesto del surrealismo* (Visor, 2002); tratado en Gavin Parkinson, *Surrealism, Art and Modern Science: Relativity, Quantum Mechanics, Epistemology* (Yale University Press, 2008), pág. 38.

«el conjunto inteligente», «soles enterrados», «murmullo de las estrellas»: André Breton, y Philippe Soupault, *Les Champs magnétiques* (1919). Traducción española: *Los campos magnéticos* (Tusquets, 1982); tratado en Parkinson, *Surrealism, Art and Modern Science*, págs. 48-50.

un eclipse de sol: sobre la confirmación de la teoría de la relatividad general: Abraham Pais, *Subtle is the Lord: The Science and the Life of Albert Einstein* (OUP, 2005). Traducción española: *Señor es sutil: la ciencia y la vida de Albert Einstein* (Ariel, 1984); Parkinson, *Surrealism, Art and Modern Science*, capítulo 1; sobre la expedición de Eddington: Frank Dyson y VV. AA. «A determination of the deflection of light by the sun's gravitational field, from observations made at the total eclipse of May 29, 1919», *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 220 (1920), págs. 291-333; Malcolm Longair, «Bending space-time: a commentary on Dyson, Eddington and Davidson (1920) "A determination of the deflection of light by the sun's gravitational field"», *Phil. Trans. R. Soc. A* 373 (2015), <https://doi.org/10.1098/rsta.2014.0287>; Peter Coles, «Einstein, Eddington and the 1919 Eclipse», en *Historical Development of Modern Cosmology, ASP Conference Proceedings* 252 (2001), pág. 21.

«pesar la luz»: Arthur Eddington, «The total eclipse of 1919 May 29 and the influence of gravitation on light», *The Observatory* 42 (1919), pág. 121.

Einstein presentó su teoría: Longair, «Bending space-time».

los datos eran ambiguos: Ben Almassi, «Trust in expert testimony: Eddington's 1919 eclipse expedition and the British response to general relativity», *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 40 (2009), págs. 57-67; Coles, «Einstein, Eddington».

el titular de *The Times*: Almassi, «Trust in expert testimony»; Coles, «Einstein, Eddington». Al cabo de dos días, *The New York Times* prosiguió con el titular: «Lights all askew in the heavens».

desencadenó de inmediato unos acalorados debates: Juan Marín, «"Mysticism" in quantum mechanics: the forgotten controversy», *European Journal of Physics* 30 (2009), pág. 807-822. Sobre la influencia de la mecánica cuántica en los surrealistas, veáse Parkinson, *Surrealism*, en especial el capítulo 1.

la ciudad bielorrusa de Vitebsk: Alexandra Shatskikh, «Vitebsk in the Career of Kazimir Malevich», in *Vitebsk: The Life of Art* (Yale University Press, 2007), págs. 184-197.

se dedicó apasionadamente a la astronomía: Alexandra Shatskikh, «The cosmos and the canvas: Malevich at Tate Modern», *Tate Etc.* 31, verano de 2014, <https://www.tate.org.uk/tate-etc/issue-31-summer-2014/cosmos-and-canvas>.

***sputnik*:** Shatskikh, «The cosmos and the canvas».

«arquitectones»: Shatskikh, «Vitebsk»; «The cosmos and the canvas».

un libro infantil ilustrado: El Lissitzky, *About Two Squares* (1920), <https://www.ibiblio.org/eldritch/el/pro.html>.

se instaló en Petrogrado: «About the Artist», The Malevich Society; Shatskikh, «Vitebsk», 191.

«sermones contrarrevolucionarios»: Gilles Neret, *Malevich* (Taschen, 2003), pág. 93; Brian Dailey y VV. AA., «To look is to think: A conversation with Brian Dailey», *ASAP Journal* 2 (2017), pág. 60.

firmó su autorretrato final [...] con un cuadrado negro: Laura Cumming, «Malevich review: An intensely moving

retrospective», *Observer*, 20 de julio de 2014, <https://www.theguardian.com/artanddesign/2014/jul/20/malevich-tate-modern-review-intensely-moving-retrospective>.

marcado por un cubo blanco: Neret, *Malevich*, pág. 94.

X. VIDA

las ostras habían corregido su actividad: Frank Brown, Jr. «Persistent activity rhythms in the oyster», *American Journal of Physiology* 178 (1954), págs. 510-514; Frank Brown, Jr. «The rhythmic nature of animals and plants», *American Scientist* 47 (1959), págs. 147-168; Frank Brown, Jr. «Hypothesis of Environmental Timing of the Clock», en *The Biological Clock: Two Views (*Academic Press, 1970), págs. 13-60.

un cuento con moraleja: véase, por ejemplo, Russell Foster y Leon Kreitzman, «Oscillators, Clocks and Hourglasses», in *Rhythms of Life: The Biological Clocks that Control the Daily Lives of Every Living Thing* (Yale University Press, 2004), pág. 46.

el primer relato conocido: William Schwartz y Serge Daan, «Origins: A brief account of the ancestry of circadian biology», en *Biological Timekeeping: Clocks, Rhythms and Behaviour*, ed. V. Kumar (Springer, 2017), págs. 3-22.

«rayos N»: Richard Noakes, «Haunted thoughts of the careful experimentalist: psychical research and the troubles of experimental physics», *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 48 (2014), págs. 46-56. Descubrimientos no convincentes: Egil Asprem, «Parapsychology: naturalising the supernatural, re-enchanting science», en *Handbook of Religion and the Authority of Science*, ed. Jim Lewis and Olav Hammer (Brill, 2010), págs. 633-672; Richard Noakes, «The historiography of psychical research: Lessons from histories of the sciences», *Journal of the Society for Psychical Research*, 2008, <http://hdl.handle.net/10036/36372>; Noakes, «Haunted thoughts»; Andreas Sommer, «Psychical research in the history and philosophy of science: An introduction and review», *Studies in*

History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences 48 (2014), págs. 38-45.

Clever Hans: Edward Heyn, «Berlin's wonderful horse: he can do almost everything but talk – how he was taught», *The New York Times*, 4 de septiembre de 1904; Fabio De Sio y Chantal Marazia, «Clever Hans and his effects: Karl Krall and the origins of experimental parapsychology in Germany», *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 48 (2014), págs. 94-102. Sobre la influencia de Hans en el ámbito del comportamiento animal véase Michael Beran, «To err is (not only) human: fallibility as a window into primate cognition», *Comparative and Cognition Behaviour Reviews* 12 (2017), págs. 57-82; Phillip Veldhuis, «Bees, Brains and Behaviour», tesis de máster, Universidad de Mannitoba, Winnipeg, 1999.

escepticismo feroz: tratado en James Gould, «Animal navigation: the evolution of magnetic orientation», *Current Biology* 18 (2008), R482-484.

pequeña ciudad costera: en la vida de Brown: Frank Brown, Jr., «Biological Clocks and Rhythms», en *Discovery Processes in Modern Biology: People and Processes in Biological Discovery*, ed. W. Klemm (Krieger, 1977), págs. 2-24.

del pez pipa y el jurel: sobre los habitantes del mar de los Sargazos: Sargasso Sea Commission, <http://www.sargassoseacommission.org/about-the-sargasso-sea/biological-significance>.

se llenó de repente de criaturas: Brown, «Rhythmic nature».

***Anchistioides antiguensis*:** Brown, «Biological Clocks and Rhythms»; J. Wheeler y Frank Brown, «The periodic swarming of *Anchistioides antiguensis* (Schmitt) at Bermuda», *Zoological Journal of the Linnean Society* 39 (1936), págs. 413-428.

dos enjambres mensuales de *A. antiguensis* (nota a pie de página): Wheeler y Brown, «Periodic swarming».

viven en el interior de las esponjas (nota a pie de página): Guidomar Soledade, «New records of association between caridean shrimps (Decapoda) and sponges (Porifera) in Abrolhos Archipelago, northeastern Brazil», *Nauplius: The*

Journal of the Brazilian Crustacean Society 25 (2017), e2017027.

enseñando en verano: Brown, «Biological Clocks and Rhythms».

le advirtió de que debía evitar: Brown, «Rhythmic nature»; «Environmental Timing».

se blanqueaban y ennegrecían todos los días: Brown, «Rhythmic nature»; «Environmental Timing»; «Biological Clocks and Rhythms».

un grupo reducido de científicos: J. Bonner, «Erwin Bunning (23 January 1906-4 October 1990)», *Proceedings of the American Philosophical Society* 138 (1994), págs. 318-320; Serge Daan y Eberhard Gwinner, «Obituary: Jurgen Aschoff (1913-98)», *Nature* 396 (1998), pág. 418; M. Chandrashekaran, «Biological rhythms research: a personal account», *Journal of Biosciences* 23 (1998), págs. 545-555; Kim Kiser, «Father Time», *Minnesota Medicine*, noviembre de 2005, págs. 26-30; Woodland Hastings, «Colin Stephenson Pittendrigh: A Memoir», *Resonance*, mayo de 2006, págs. 81-86; Germaine Cornelissen, «Reminiscences: In Memoriam of Franz Halberg», *World Heart Journal* 5 (2013), págs. 197-198; Germaine Cornelissen, «Franz Halberg: A maverick ahead of his time», *Herald of the International Academy of Sciences, Russian Section* 1 (2018), págs. 78-84.

temporizadores internos y privados: Schwartz y Daan, «Origins».

experimentos que se prolongaron durante varios años: Brown, «Rhythmic nature»; «Environmental Timing».

practicaban la parapsicología o eran paranoicos: Chandrashekaran, «Biological rhythms research»; Kiser, «Father Time»; Cornelissen, «Reminiscences».

«el ritmo exógeno del unicornio»: LaMont Cole, «Biological clock in the unicorn», *Science* 125 (1957), págs. 874-876.

«nos afectó mucho»: Brown, «Biological Clocks and Rhythms», pág. 13.

«circadiano»: Foster y Kreitzman, *Rhythms of Life*, pág. 41.

una prestigiosa conferencia: Foster y Kreitzman, *Rhythms of Life*; Bora Zivkovic, «Clock Tutorial 2ª: 45 years of Pittendrigh's empirical generalisations», *A Blog Around the Clock*, 3 de julio de 2006, <https://blog.coturnix.org/2006/07/03/

clocktutorial_3_fortyfive_year>.

no lo habían invitado: Brown, «Biological Clocks and Rhythms».

aplacó los ánimos: Frank Brown, Jr., «Response to pervasive geophysical factors and the biological clock problem», *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 25 (1960), págs. 57-71; Brown, «Environmental Timing»; Foster y Kreitzman, *Rhythms of Life*.

capacidad de germinar: Erwin Bunning, «Endogenous rhythms in plants», *Annual Review of Plant Physiology* 7 (1956), págs. 71-90.

«perseguir un fantasma»: Colin Pittendrigh, «Circadian rhythms and the circadian organisation of living systems», *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 25 (1960), págs. 159-184. (En el debate publicado con posterioridad a la presentación de Pittendrigh aparecen los comentarios.) También tratado en Schwartz & Daan, «Origins».

Halberg reconoció al final: Brown, «Biological Clocks and Rhythms».

las revistas rechazaban cada vez más: Brown, «Biological Clocks and Rhythms».

Pittendrigh ignoró por completo los argumentos de Brown: Woodland Hastings, «Colin Stephenson Pittendrigh: A Memoir», *Resonance*, mayo de 2006, págs. 81-86. Véase también M. K. Chandrashekaran, «Biological rhythms research: a personal account», *Journal of Biosciences* 23 (1998), págs. 545-555, donde se dice que apenas se mencionó el nombre de Brown, ni siquiera de pasada, en los seminarios semanales de Erwin Bunning que tuvieron lugar en 1964-1967.

se negó a nombrar: Jurgen Aschoff, «Circadian rhythms in man», *Science* 148 (1965), págs. 1427-1432.

construyó un local de aislamiento: Aschoff, «Circadian rhythms»; Michael Globig, «A world without day or night», *Max Planck Research* 2 (2007), págs. 60-61.

el primer voluntario: Aschoff, «Circadian rhythms»; Anna Wirz-Justice y VV. AA., «Rutger Wever: An appreciation», *Journal of Biological Rhythms* 20 (2005), págs. 554-555.

los ritmos diarios de los voluntarios: Aschoff, «Circadian

rhythms».

«desincronización»: Aschoff, «Circadian rhythms»; Jurgen Aschoff y VV. AA., «Desynchronisation of human circadian rhythms», *Japanese Journal of Physiology* 17 (1967), págs. 450-457.

tres cepas de moscas mutantes: Ronald Konopka y Seymour Benzer, «Clock mutants of *Drosophila melanogaster*», *PNAS* 68 (1971), págs. 2112-2116.

lo llamaron «periodo»: Pranhitha Reddy y VV. AA., «Molecular analysis of the period locus in Drosophila melanogaster and identification of a transcript involved in biological rhythms», *Cell 38* (1984), págs. 701-710.

bucles de retroalimentación […] cualquier tipo de vida: Carlos Ibáñez, «Scientific background: Discoveries of molecular mechanisms controlling the circadian rhythm», asamblea del Nobel Assembly, 2017, <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/advanced-medicineprize2017.pdf>.

una de las cuestiones más candentes: Pietro Cortelli, «Chronomedicine: A necessary concept to manage human diseases», *Sleep Medicine Reviews* 21 (2015), págs. 1-2; Z. Chen, «What's next for chronobiology and drug Discovery», *Expert Opinion on Drug Discovery* 12 (2017), págs. 1181-1185; Linda Geddes, *Chasing the Sun: The New Science of Sunlight and How It Shapes Our Bodies and Minds* (Wellcome, 2019). Traducción española: *Bajo el sol: la nueva ciencia de la luz solar y cómo influye en el cuerpo y la mente* (Urano, 2019).

causando problemas de salud: Russell Foster y Till Roenneberg, «Human responses to the geophysical daily, annual and lunar cycles», *Current Biology* 18 (2008), R784-794; Kristin Uth y Roger Sleigh, «Deregulation of the circadian clock constitutes a significant factor in tumorigenesis: a clockwork cancer. Part I: clocks and clocking machinery», *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 28 (2014), págs. 176-83; Ruth Lunn y VV. AA., «Health consequences of electric lighting practices in the modern world: A report on the National Toxicology Program's workshop on shift work at night, artificial light at night, and circadian disruption», *Science of the Total*

Environment 607-608 (2017), págs. 1073-1084.

«la biología humana sigue dependiendo»: Foster y Roenneberg, «Human responses».

una probable causa de cáncer (nota a pie de página): Thomas Erren y VV. AA., «Shift work and cancer: the evidence and the challenge», *Deutsches Aerzteblatt International* 107 (2010), págs. 657-662.

«bomba de tiempo»: P. Lewis y VV. AA., «Ticking time bomb? High time for chronobiological research», *EMBO Reports*, 19 (2018), e46073.

«puede condenar a un futuro sombrío»: Russell Foster y Katharina Wulff, «The rhythm of rest and excess», *Nature Reviews Neuroscience* 6 (2005), págs. 407-408.

la mayoría de las condiciones médicas: Michael Smolensky, «Diurnal and twenty-four hour patterning of human diseases: Cardiac, vascular, and respiratory diseases, conditions, and syndromes», *Sleep Medicine Reviews* 21 (2015), págs. 3-11; Michael Smolensky, «Diurnal and twenty-four hour patterning of human disease: acute and chronic common and uncommon medical conditions», *Sleep Medicine Reviews* 21 (2015), págs. 12-22.

la forma en que responderemos: Franz Halberg y VV. AA., «From biological rhythms to chronomes relevant for nutrition», en *Not Eating Enough: Overcoming Underconsumption of Military Operational Rations*, ed. Bernadette Marriott (National Academy Press, 1995), págs. 361-372.

los cambios estacionales también son importantes: Foster y Roenneberg, «Human responses».

«esclavos del Sol»: Nicola Davis y Ian Sample, «Nobel Prize for medicine awarded for insights into internal biological clock», *The Guardian*, 2 de octubre de 2017, <https://www.theguardian.com/science/2017/oct/02/nobel-prize-for-medicine-awarded-for-insights-into-internal-biological-clock>.

una figura paleolítica: Helen Benigni, «The Emergence of the Goddess: A Study of Venus in the Paleolithic and Neolithic Era», en *The Mythology of Venus* (University Press of America, 2013),

capítulo 1; Jules Cashford, *Moon: Myth and Image* (Cassell, 2003), págs. 20-21. Traducción española: *La Luna: símbolo de transformación* (Ediciones Atalanta, 2018).

paso del tiempo: Mircea Eliade, *Patterns in Comparative Religion*, trad. Rosemary Sheed (University of Nebraska Press, 1996), pág. 155. Traducción española: *Tratado de historia de las religiones: morfología y dialéctica de lo sagrado* (Ediciones Cristiandad, 2001). Citado en Cashford, *The Moon*, pág. 22.

el término que designa a la Luna: Eliade, *Patterns in Comparative Religion*, pág. 155.

nueve meses lunares: Walter Menaker y Abraham Menaker, «Lunar periodicity in human reproduction: A likely unit of biological time», *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 7 (1959), págs. 905-914.

«generó en la mente del hombre»: Joseph Campbell, *The Way of the Animal Powers: Mythologies of the Primitive Hunters and Gatherers* (Harper & Row, 1988), pág. 68; citado en Benigni, «Emergence of the Goddess». Una idea similar se analiza en Mircea Eliade, *Tratado de historia de las religiones*: «La Luna mide, pero también unifica […]. El conjunto del universo se ve como un modelo sometido a ciertas leyes».

«el cuerpo celeste más importante»: Eliade, *Patterns in Comparative Religion*, pág. 154.

«penetra todas las cosas»: Plinio Segundo Cayo, *Natural History*, libro 2, capítulo 102. Traducción española: *Historia natural* (Gredos, 2007).

«los cerebros de los conejos, los becerros y las becerras»: Francis Bacon, *Sylva Sylvarum: A Natural History, In Ten Centuries*, 9 (1627), pág. 892.

los antropólogos contaron: D. Kelley, «Mania and the moon», *Psychoanalytic Review* 29 (1942), págs. 406-426.

desde la India a Francia: Cashford, *Moon.*

cazan a la luz de la luna: Noga Kronfeld-Schor y VV. AA., «Chronobiology by moonlight», *Proceedings of the Royal Society B* 280 (2013), <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.3088>.

el movimiento en el océano Ártico se modificaba: Kim Last y

VV. AA., «Moonlight drives ocean-scale mass vertical migration of zooplankton during the Arctic Winter», *Current Biology* 26 (2016), págs. 244-251, <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.11.038>.

atrapó varios erizos de mar: Harold Fox, «Lunar periodicity in reproduction», *Proceedings of the Royal Society B* 95 (1923), págs. 523-550.

se desprenden de sus órganos reproductores: Alain Reinberg y VV. AA., «The full moon as a synchroniser of circa-monthly biology rhythms: chronobiologic perspectives based on multidisciplinary naturalistic research», *Journal of Biological and Medical Rhythm Research* 33 (2016): 465-479, <https://doi.org/10.3109/07420528.2016.1157083>.

el mar cobra vida: Matthew Oldach y VV. AA., «Transcriptome dynamics over a lunar month in a broadcast spawning acroporid coral», *Molecular Ecology* 26 (2017), págs. 2514-2526; Jackie Wolstenholme y VV. AA., «Timing of mass spawning in corals: potential influence of the coincidence of lunar factors and associated changes in atmospheric pressure from northern and southern hemisphere case studies», *Invertebrate Reproduction & Development* 62 (2018), págs. 98-108, <https://doi.org/10.1080/07924259.2018.1434245>.

las mareas de primavera son vitales: Kronfeld-Schor, «Chronobiology by moonlight»; Reinberg y VV. AA., «The full moon». Una revisión general de las especies marinas y las mareas/Luna: Martin Bulla y VV. AA, «Marine biorhythms: bridging chronobiology and ecology», *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 372 (2017), 20160253.

cangrejos terrestres japoneses: Kronfeld-Schor, «Chronobiology by moonlight».

muchas criaturas siguen a la Luna: Kronfeld-Schor, «Chronobiology by moonlight»; Noga Kronfeld-Schor y VV. AA., «Chronobiology of interspecific interactions in a changing world», *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 372 (2017), <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0248>.

primer ejemplo de una planta: Catarina Rydin y Kristina

Bolinder, «Moonlight pollination in the gymnosperm *Ephedra* (*Gnetales*)», *Biology Letters* 11 (2015), <https://doi.org/10.1098/rsbl.2014.0993>.

«brillan como diamantes»: Andy Coghlan, «Werewolf plant waits for the light of the full moon», *New Scientist*, 1 de abril de 2015, <https://www.newscientist.com/article/dn27277>.

se quejan de las dificultades: Reinberg y VV. AA., «The full moon».

un biólogo tunecino: Reinberg y VV. AA., «The full moon».

los primeros estudios moleculares: Juliane Zantke y VV. AA., «Genetic and genomic tools for the marine annelid *Platynereis dumerilii*», *Genetics* 197 (2014), págs. 19-31; Masato Fukushiro, «Lunar phase-dependent expression of cryptochrome and a photoperiodic mechanism for lunar phase-recognition in a reef fish, goldlined spinefoot», *PLoS* ONE 6 (2011), e28643; Florian Raible y VV. AA., «An overview of monthly rhythms and clocks», *Frontiers in Neurology* 8 (2017), pág. 189.

el coral *Acropora gemmifera*: Oldach y VV. AA., «Transcriptome dynamics».

sensibles a la luz lunar: por ejemplo, Maxim Gorbunov y Paul Falkowski, «Photoreceptors in the cnidarian hosts allow symbiotic corals to sense blue moonlight», *Limnology and Oceanography* 47 (2002), págs. 309-315.

Arnold Lieber: Arnold Lieber, *The Lunar Effect: Biological Tides and Human Emotions* (Doubleday, 1978). Traducción española: *El influjo de la Luna* (Edaf, 1979).

el término «lunático»: Raible y VV. AA., «Monthly rhythms and clocks».

furiosa reacción: James Rotton e Ivan Kelly, «Much ado about the full moon: A meta-analysis of lunar-lunacy research», *Psychological Bulletin* 97 (1985), págs. 286-306; Daniel Myers, «Gravitational effects of the period of high tides and the new moon on lunacy», *Journal of Emergency Medicine* 13 (1995), págs. 529-532; Foster y Roenneberg, «Human responses»; Hal Arkowitz y Scott Lilienfeld, «Lunacy and the full moon: does a full moon really trigger strange behavior?» *Scientific American*

Mind, 1 de febrero de 2009, <https://www.scientificamerican.com/article/lunacy-and-the-full-moon/>. «Full Moon and Lunar Effects», *Skeptic's Dictionary*, acceso realizado el 5 de noviembre de 2019, <http://skepdic.com/fullmoon.html>.

«paranormal»: Armando Simon, «No effect of the full moon-supermoon on the aggressive behavior of incarcerated convicts: nailing the coffin shut on the Transylvania effect», *Biological Rhythm Research* 49 (2018), págs. 165-168.

un punto ciego: Reinberg y VV. AA., «The full moon».

debieron de originarse: Raible y VV. AA., «Monthly rhythms and clocks».

los ensayos que investigan: Raible y VV. AA., «Monthly rhythms and clocks».

los hombres tienen también ciclos hormonales mensuales: Natalia Rakova y VV. AA., «Long-term space flight simulation reveals infradian rhythmicity in human Na+ balance», *Cell Metabolism* 17 (2013), págs. 125-131.

perturbando la fertilidad: Reinberg y VV. AA., «The full moon».

la calidad del sueño varía: Christian Cajochen y VV. AA., «Evidence that the lunar cycle influences human sleep», *Current Biology* 23 (2013), págs. 1485-1488; Michael Smith y VV. AA., «Human sleep and cortical reactivity are influenced by lunar pase», *Current Biology* 24 (2014), R551-552; Ciro Della Monica y VV. AA., «Effects of lunar phase on sleep in men and women in Surrey», *Journal of Sleep Research* 24 (2015), págs. 687-694.

convulsiones y ataques epilépticos: Stephen Ruegg y VV. AA., «Association of environmental actors with the onset of status epilepticus, *Epilepsy and Behaviour*, 12 (2008), págs. 66-73.

seguimiento de los pacientes con trastorno bipolar: Thomas Wehr, «Bipolar mood cycles and lunar tidal cycles», *Molecular Psychiatry* 23 (2018), págs. 923-931; Thomas Wehr, «Bipolar mood cycles associated with lunar entrainment of a circadian rhythm», *Translational Psychiatry* 8 (2018), pág. 151. Véase también Tania Abreu y Miguel Braganca, «The bipolarity of light and dark: A review on bipolar disorder and circadian

cycles», *Journal of Affective Disorders* 185 (2015), págs. 219-229; Thomas Erren and Philip Lewis, «Hypothesis: Folklore perpetuated expression of moon-associated bipolar disorders in anecdotally exaggerated werewolf guise», *Medical Hypotheses* 122 (2019), págs. 129-133.

rastros de los treinta y cuatro mil caracoles: Brown, «Pervasive geophysical factors»; «Environmental timing».

una onda de veinticuatro horas: Nicholas Pedatella y Jeffrey Forbes, «Global structure of the lunar tide in ionospheric total electron content», *Geophysical Research Letters* 37 (2010), L06013; Adrian Hitchman y Ted Lilley, «The quiet daily variation in the total magnetic field: global curves», *Geophysical Research Letters* 25 (1998), 2007-10; James Gould, «Magnetoreception», *Current Biology* 20 (2010), R431-435.

campo magnético de la Tierra: Hitchman y Lilley, «Global curves».

algunos peces son sensibles: Hans Lissman y Kenneth Machin, «The mechanism of object location in *Gymnarchus niloticus* and similar fish», *Journal of Experimental Biology* 35 (1958), págs. 451-486.

presentó entusiasmado sus resultados: Brown, «Pervasive geophysical factors».

«Aún no podemos explicar»: Brown, «Pervasive geophysical factors».

más de ochenta voluntarios: Rutger Wever, «The effects of electric fields on circadian rhythmicity in men», *Life Sciences and Space Research* 8 (1970), págs. 177-187; Rutger Wever, «Human circadian rhythms under influence of weak electric fields and the different aspects of these studies», *International Journal of Biometeorology* 17 (1973), págs. 227-232; Rutger Wever, «ELF effects on human circadian rhythms», en *ELF and VLF Electromagnetic Field Effects*, ed. Michael Persinger (Plenum Press, 1974), págs. 101-144.

un «resultado notable»: Wever, «Human circadian rhythms».

ni mencionó siquiera el experimento del blindaje: por ejemplo, Aschoff y VV. AA., «Desynchronisation», págs. 450-457;

Aschoff, «Circadian rhythms»; Jurgen Ascchoff, «Temporal orientation: circadian clocks in animals and humans», *Animal Behaviour* 37 (1989), págs. 881-896. Véase también la necrológica de Ashoff en *Nature*, donde se dice que construyó «un "búnker" subterráneo»: Daan y Gwinner, «Obituary».

millones de mariposas monarca: Patrick Guerra y VV. AA., «A magnetic compass aids monarch butterfly migration», *Nature Communications* 5 (2014), pág. 4164; Gregory Nordmann y VV. AA., «Magnetoreception: A sense without a receptor», *PLoS Biology* 15 (2017), e20032324.

muchas especies eran expertas: James Foster, «How animals follow the stars», *Proceedings of the Royal Society B* 285 (2018), 20172322.

patrones en la luz solar polarizada: James Foster y VV. AA., «Orienting to polarised light at night – matching lunar skylight to performance in a nocturnal beetle», *Journal of Experimental Biology* 222 (2019), <https://doi.org/10.1242/jeb.188532>.

se piensa que los marineros vikingos (nota a pie de página): Jo Marchant, «Did Vikings navigate by polarised light?», *Scientific American*, 31 de enero de 2011, <https://www.scientificamerican.com/article/did-vikings-navigate/>.

Wolfgang Wiltschko mostró: Wolfgang Wiltschko y Roswitha Wiltschko, «Magnetic compass of European robins», *Science* 176 (1972), págs. 62-64.

una avalancha de pruebas: «sea change» en comportamientos analizados en James Gould, «Animal navigation». Véase también Sonke Johnsen y Kenneth Lohmann, «Magnetoreception in animals», *Physics Today*, marzo de 2008, págs. 29-35.

apuntar hacia el norte o hacia el sur: Vlastimil Hart y VV. AA., «Dogs are sensitive to small variations of the earth's magnetic field», *Frontiers in Zoology* 10 (2013), pág. 80.

una solución eléctrica: fuentes generales que describen las tres estrategias de magnetorrecepción: Gould, «Animal navigation»; James Gould, «Magnetoreception»; Henrik Mouritsen, «Long-distance navigation and magnetoreception in migratory

animals», *Nature* 558 (2018), págs. 50-59.

una bacteria «magnetotáctica»: Richard Blakemore, «Magnetotactic bacteria», *Science* 190 (1975), págs. 377-379.

unos cristales similares podrían permitir la «magnetosensibilidad»: Veronika Lambinet, «Linking magnetite in the abdomen of honey bees to a magnetoreceptive function», *Proceedings of the Royal Society B* 284 (2017), <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.2873>; Nordmann y VV. AA., «Magnetoreception».

«Pensé, bueno, tal vez»: Dan Cossins, «A sense of mystery», *Scientist*, 1 de agosto de 2013, <https://www.the-scientist.com/cover-story/a-sense-of-mystery-38949

descubrieron unas proteínas denominadas criptocromos: Ilia Solov'yov y vv.aa, «Magnetic field effects in *Arabidopsis thaliana* Cryptochrome-1», *Biophysical Journal* 92 (2007), págs. 2711-2726.

los criptocromos participan: Robert Gegear y VV. AA., «Animal cryptochromes mediate magnetoreception by an unconventional photochemical mechanism», *Nature* 463 (2010), págs. 804-807.

«ver» líneas de campo magnético: Peter Hore y Henrik Mouritsen, «The radical-pair mechanism of magnetoreception», *Annual Review of Biophysics* 45 (2016), págs. 299-344.

proteína criptocromo humana en las moscas de la fruta: Lauren Foley y VV. AA., «Human cryptochrome exhibits light-dependent magnetosensitivity», *Nature Communications* 2 (2011), pág. 356.

en 2019, los investigadores (nota a pie de página): C.X. Wang y VV. AA. «Transduction of the geomagnetic field as evidenced from Alpha-band activity in the human brain». *ENeuro* (2019), <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0483-18.2019>.

son componentes cruciales: Taishi Yoshii y VV. AA., «Cryptochrome mediates light-dependent magnetosensitivity of Drosophila's circadian clock», *PLoS Biology* 7 (2009), págs. 813-819; Thorsten Ritz y VV. AA., «Cryptochrome – a photoreceptor with the properties of a magnetoreceptor?»,

Communicative & Integrative Biology 3 (2010), págs. 24-27.

«engranaje» básico (nota a pie de página): Gegear, «Animal cryptochromes».

los criptocromos se encuentran también (nota a pie de página): Fukushiro, «Lunar phase-dependent expresión»; Oldach y VV. AA., «Transcriptome dynamics».

marcan la hora mediante: James Gould, «The case for magnetic sensitivity in birds and bees (such as it is)», *American Scientist* 68 (1980), págs. 256-267; Gould, «Animal navigation»; Gould, «Magnetoreception»; Thomas Erren y VV. AA., «What if […] the moon provides zeitgeber signals to humans?» *Molecular Psychiatry* (2018), <https://doi.org/10.1038/s41380-018-0216-0>.

una cuestión que planteó Brown: Foster & Kreitzman, *Rhythms of Life*, pág. 48; Christian Hong y VV. AA., «A proposal for robust temperature compensation of circadian rhythms», *PNAS* 104 (2007), págs. 1195-1200; Philip Kidd y VV. AA., «Temperature compensation and temperature sensation in the circadian clock», *PNAS* 112 (2015), E6284-292; Yoshiki Tsuchiya y VV. AA., «Effect of multiple clock gene ablations on period length and temperature compensation in mammalian cells», *Journal of Biological Rhythms* 31 (2016), págs. 48-56; Rajesh Narasimamurthy y David Virshup, «Molecular mechanisms regulating temperature compensation of the circadian clock», *Frontiers in Neurology* 8 (2017), pág. 161; Lili Wu y VV. AA., «Robust network topologies for generating oscillations with temperature-independent periods», *PLoS ONE* 12 (2017), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171263>.

el «tic» fundamental: James Close, «The compass within the clock – Part 1: the hypothesis of magnetic fields as secondary zeitgebers to the circadian system – logical and scientific objects», *Hypothesis* 12 (2014), e1; James Close, «The compass within the clock – Part 2: does cryptochrome radical-pair based signaling contribute to the temperature-robustness of circadian systems?» *Hypothesis* 12 (2014), e2; Yoshii y VV. AA., «Cryptochrome mediates».

«existencia de cierta simpatía»: de una revisión anónima, «Magic, Witchcraft, and Animal Magnetism», *Journal of Psychological Medicine and Mental Pathology* 5 (1852), págs. 292-322.

la anotación «Rx»: «Magic, Witchcraft, and Animal Magnetism»; Mohammad Qayyum y VV. AA., «Medical aspects taken for granted», *McGill Journal of Medicine* 10 (2007), págs. 47-49; Bob Zebroski, *A Brief History of Pharmacy: Humanity's Search for Wellness* (Routledge, 2016); Otto Wall, *The Prescription: Therapeutically, Pharmaceutically, Grammatically and Historically Considered* (St Louis, 1898), págs. 200-206 (aunque no todos están de acuerdo: George Griffenhagen, «Signs and Signboards of the Pharmacy», *Pharmacy in History* 32, 1990, págs. 12-21).

la contaminación lumínica nocturna: Fabio Falchi z VV. AA., «The new world atlas of artificialnight sky brightness», *Science Advances* 2 (2016), <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600377>.

alterando la migración de las aves y las tortugas: Kronfeld-Schor y VV. AA., «Interspecific interactions»; Aisling Irwin, «The dark side of light: how artificial lighting is harmingthe natural world», *Nature* 553 (2018), págs. 268-270.

una amenaza global: Thomas Davies y Tim Smyth, «Why artificial light at night should be a focus for global change research in the 21st century», *Global Change Biology* 24 (2018), págs. 872-882.

perturba los relojes y las brújulas: Svenja Engels y VV AA., «Anthropogenic electromagnetic noise disrupts magnetic compass orientation in a migratory bird», *Nature* 509 (2014), págs. 353-356; Alfonso Balmori, «Anthropogenic radiofrequency electromagnetic fields as an emerging threat to wildlife orientation», *Science of the Total Environment* 518-19 (2015), págs. 58-60; Lukas Landler y David Keays, «Cryptochrome: the magnetosensor with a sinister side?», *PLoS Biology* 16 (2018), <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000018>; Rachel Sherrard y VV. AA., «Low-ntensity electromagnetic fields induce human cryptochrome to

modulate intracelular reactive oxygen species», *PLoS Biology* 16 (2018), <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2006229>; Premysl Bartos y VV. AA., «Weak radiofrequency fields affect the insect circadian clock», *Journal of the Royal Society Interface* 16 (2019), <https://doi.org/10.1098/rsif.2019.0285>.

«no hay un límite definido»: Frank Brown, Jr., «The "Clocks" Timing Biological Rhythms», *American Scientist* 60 (1972), págs. 756-766.

«El organismo y su entorno físico»: Frank Brown, Jr., «Biological Clocks: Endogenous cycles synchronised by subtle geophysical rhythms», *BioSystems* 8 (1976), págs. 67-81.

«una charla incoherente en la que afirmó seriamente»: Chandrashekaran, «Biological rhythms research».

murió junto al mar: Marguerite Webb, «In memoriam: Professor Frank A. Brown, Jr.», *Journal of Interdisciplinary Cycle Research* 15 (1984), págs. 1-2.

las babosas marinas se orientan: Kenneth Lohmann y Arthur Willows, «Lunar-modulated geomagnetic orientation by a marine mollusk», *Science* 235 (1987), págs. 331-334.

unos botánicos italianos descubrieron: Monica Gagliano y VV. AA., «Acoustic and magnetic communication in plants: Is it possible?», *Plant Signaling and Behaviour* 7 (2012), págs. 1346-1348.

«Una de las lecciones más obvias»: Gould, «Animal navigation».

temblores del sistema solar: Mikhail Medvedev y Adrian Melott, «Do extragalactic cosmic rays induce cycles in fossil diversity?», *Astrophysical Journal* 664 (2007), págs. 879-889. Véase también la teoría de que la radiación procedente de una supernova hizo desaparecer a los animales costeros oceánicos del planeta hace 2,6 millones de años: Adrian Melott y VV. AA., «Hypothesis: Muon radiation dose and marine megafaunal extinction at the end-Pliocene supernova», *Astrobiology* 19 (2019): <https://doi.org/10.1089/ast.2018.1902>.

los efectos de las mareas de los planetas: Ching-Cheh Hung, «Apparent relations between solar activity and solar tides caused by the planets», informe técnico de la NASA: NASA/

TM-2007-214817, <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20070025111.pdf>.

«Solo hay un universo [...] será explorado»: Brown, «Biological Clocks and Rhythms».

XI. EXTRATERRESTRES

una mancha verde y oscura: sobre el descubrimiento de Score del ALH84001: «ALH84001», compendio sobre el meteorito marciano, <https://curator.jsc.nasa.gov/antmet/mmc/alh84001.pdf>; Paul Recer, «Even in '84, geologist thought rock was "special"», Associated Press, 22 August 1996, <https://www.apnews.com/6a50bda0d4f33fcee7f8cb84935630d4>; Scott Sandford, «The 1984-1985 Antarctic Search for Meteorites (ANSMET) Field Program», *Smithsonian Contributions to the Earth Sciences* 30 (1986), págs. 5-9; Kathy Sawyer, *The Rock from Mars: A Detective Story on Two Planets* (Random House, 2006), págs. 3-21.

«que caían del aire»: Aristóteles, *Meteorology*, Parte 7, trad. E. W. Webster, <http://classics.mit.edu/Aristotle/meteorology.1.i.html>. Traducción española: *Los meteorológicos* (Alianza Editorial, 1997).

miles de toneladas de polvo: Samantha Mathewson, «How often do meteorites hit the earth?» *Space.com*, 10 de agosto de 2016, <https://www.space.com/33695-thousands-meteorites-litter-earth-unpredictable-collisions.html>; Nancy Atkinson, «Getting a handle on how much cosmic dust hits earth», *Universe Today*, 30 de marzo de 2012, <https://www.universetoday.com/94392/getting-a-handle-on-how-much-cosmic-dust-hits-earth/>.

«¡Guau!»: «ALH84001», compendio sobre el meteorito marciano.

las respuestas a estas preguntas: sobre las historias de las creencias relativas a la vida extraterrestre: Michael Crowe, «A history of the extraterrestrial life debate», *Zygon* 32 (1997), págs. 147-162; Steven Dick, «The Twentieth Century History of

the Extraterrestrial Life Debate: Major themes and lessons learned», in *Astrobiology, History, and Society*, ed. Douglas Vakoch (Springer, 2013).

«el único mundo poblado»: citado en John Traphagan, «Science and the Emergence of SETI», en *Science, Culture and the Search for Life on Other Worlds* (Springer, 2016), pág. 41.

la historia más antigua que se conoce: Lucian, «A True Story», en *Selected Satires of Lucian*, ed. Lionel Casson (Routledge 2017).

«nuestra Tierra se transformó»: Crowe, «A history».

«innumerables» soles y tierras: Giordano Bruno, *On the Infinite Universe and Worlds*, <https://faculty.umb.edu/gary_zabel/Courses/Parallel%20Universes/Texts/Giordano%20Bruno%20On%20the%20Infinite%20Universe%20and%20Worlds%20(First%20D.htm>. Traducción española: *Del infinito: el universo y los mundos* (Alianza Editorial, 1998).

plantas y monstruos en forma de serpiente: Johannes Kepler, *Somnium: The Dream, or Posthumous Work on Lunar Astronomy*, trad. Edward Rosen (Dover, 2003). Traducción española: *Somnium* (editorial 120 pies, 2015).

la manera en que los organismos podían adaptarse: Christiaan Huygens, *The Celestial Worlds Discover'd* (1698).

«era de los extraterrestres»: Crowe, «A history».

supuesta inteligencia de la humanidad: Voltaire, *Micromégas* (1752), <https://publicdo-mainreview.org/collections/micromegas-by-voltaire-1752/>. Traducción española: *Micromegas* (Libros del Zorro Rojo, 2006).

«muestra de arrogancia»: Michael Crowe, *The Extraterrestrial Life Debate 1750-1900* (Dover, 1999), pag. 271; citado por Iris Fry, «The Philosophy of Astrobiology: The Copernican and Darwinian Philosophical Presuppositions», en *The Impact of Discovering Life Beyond Earth*, ed. Steven Dick (Cambridge University Press, 2015), págs. 23-37.

«El fin y el propósito supremos»: Alfred Russel Wallace, «Man's place in the universe», *The Independent* 55 (1903), págs. 473-483; citado en Dick, «Twentieth Century History».

bosques y edificios circulares en la Luna: Michael Crowe, «William and John Herschel's Quest for Extraterrestrial Intelligent Life», en *The Scientific Legacy of William Herschel*, ed. Clifford Cunningham (Springer, 2017), págs. 239-274.

una gran ciudad lunar amurallada: Richard Baum, «The man who found a city in the moon», *Journal of the British Astronomical Association* 102 (1992), págs. 157-159.

artículos ficticios que, sin embargo, engañaron: tratado en Crowe, «A history»; Dick, «Twentieth Century History».

el sistema solar estaba lleno de vida: Crowe, «William and John Herschel».

«Las humanidades celestes»: Camille Flammarion, *Les Terres du ciel* (Paris, 1877), pág. 594.

por influencia de los libros de Flammarion: Alessandro Manara y A. Wolter, «Mars in the Schiaparelli–Lowell letters', *Memorie della Societa Astronomica Italiana* 82 (2011), págs. 276-279.

«La posibilidad de vida»: Seth Shostak, «Current approaches to finding life beyond Earth», en Dick, *Life Beyond Earth*, 11.

no detectaron elementos orgánicos: resultados e implicaciones analizados en Dick, «Twentieth Century History».

«el hábitat más prometedor»: Norman Horowitz, *To Utopia and Back: The Search for Life in the Solar System* (W. H. Freeman, 1986), pág. 46; citado en Dick, «Twentieth Century History».

«casi un milagro»: Francis Crick, *Life Itself: Its Origin and Nature* (Simon & Schuster, 1982), pág. 88.

«un extraordinario accidente»: Euan Nisbet, *The Young Earth: An Introduction to Archaean Geology* (Allen & Unwin, 1987), pág. 353.

«el hombre sabe por fin»: Jacques Monod, *Chance and Necessity: An Essay on the Natural Philosophy of Modern Biology* (Knopf, 1971), pág. 180. Traducción española: *El azar y la necesidad* (Círculo de Lectores, 2000). Un disidente tardío, cuando las opiniones empezaban a cambiar, fue el biólogo Christian de Duve en su libro *Vital Dust: Life as a Cosmic Imperative* (Harper Collins, 1995).

«buscar hadas»: Paul Davies, «Searching for a shadow biosphere

on Earth as a test of the "cosmic imperative"», *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 369 (2011), págs. 624-632.

nunca tuvo intención de unirse: sobre el papel que jugó Mittlefehldt en la identificación del origen marciano de ALH84001: Sawyer, *Rock from Mars*, 46-58; Monica Grady e Ian Wright, «Martians come out of the closet», *Nature* 369 (1994), pág. 356.

la vida no había comenzado en la Tierra (nota a pie de página): Francis Crick y Leslie Orgel, «Directed Panspermia», *Icarus* 19 (1973), págs. 341-346.

Score estaba entusiasmada: Sawyer, *Rock from Mars*, pág. 59.

formado a partir de la lava volcánica: David McKay y VV. AA., «Search for past life on Mars: Possible relic biogenic activity in Martian meteorite ALH84001», *Science* 273 (1996), págs.924-930; «ALH84001», compendio sobre el meteorito marciano.

con la colaboración del geoquímico de la NASA: los estudios de Romanek y Gibsos sobre los granos de carbonato y sobre el descubrimiento de las formas similares al gusano se describen en Sawyer, *Rock from Mars,* págs. 61-82.

«Supuse que estaba loco»: Michael Schirber, «Meteorite-based debate over Martian life is far from over», *Space.com*, 21 de octubre de 2010, <https://www.space.com/9366-meteorite-based-debate-martian-life.html>; véase también: Sawyer, *Rock from Mars*, págs. 83-114.

Didier Queloz se preguntaba: sobre el descubrimiento de 51 Pegasi b realizado por Queloz y Mayor: entrevista telefónica con Didier Queloz, 12 de junio de 2019; Michel Mayor y Didier Queloz, «A Jupiter-mass companion to a solar-type star», *Nature* 378 (1995), págs. 355-359; Michel Mayor y Davide Cenadelli, «Exoplanets – the beginning of a new era in astrophysics», *European Physical Journal H* 43 (2018), págs. 1-41; Kevin Fong, «Life Changers: Didier Queloz», servicio internacional de la BBC, retransmitido por primera vez el 21 de septiembre de 2015, <https://www.bbc.co.uk/programmes/p032k6jq>.

orbitando alrededor de un púlsar (nota a pie de página):

Aleksander Wolszczan y Dail Frail, «A planetary system around the millisecond pulsar PSR1257 + 12», *Nature* 355 (1992), págs. 145-147.

«un momento espiritual»: Michel Mayor y Pierre-Yves Frei, *New Worlds in the Cosmos: The Discovery of Exoplanets*, trans. Boud Roukema (Cambridge University Press, 2003), pág. 18.

«Tu maravilloso descubrimiento»: Mayor y Frei, *New Worlds*, pág. 22.

«La existencia de otros mundos»: John Wilford, «In a golden age of discovery, faraway worlds beckon», *New York Times*, 9 de febrero de 1997, <https://www.nytimes.com/1997/02/09/us/in-a-golden-age-of-discovery-faraway-worlds-beckon.html>.

una visita de Bill Schopf, profesor de la UCLA: la visita de Schopf y la colaboración con Richard Zare se describen en Sawyer, *Rock from Mars*, págs. 91-106.

«con el estómago encogido por los nervios»: el escrutinio previo a la publicación, incluida la participación de Dan Goldin, se describe en Sawyer, *Rock from Mars*, págs. 110-152.

«la roca 84001 nos habla»: declaración del presidente Clinton relativa al descubrimiento del meteorito marciano, 7 de agosto de 1996, <https://www2.jpl.nasa.gov/snc/clinton.html>.

al auditorio principal de la NASA, que estaba abarrotado: la fotografía de la conferencia de prensa se puede ver en Leonard David, «Remembering a big scoop about a small rock», *Space News*, 12 de septiembre de 2016, <http://www.spacenewsmag.com/feature/remembering-a-big-scoop-%E2%80%A8about-a-small-rock/>; Sawyer, *Rock from Mars*, págs. 153-168.

el artículo de *Science*: McKay, «Search for past life».

«el mayor insulto»: Sawyer, *Rock from Mars*, pág. 166.

«un trabajo a medias», «un grupo inferior» y **«unas formas que parecían excrementos»:** Sawyer, *Rock from Mars*, págs. 177-178.

se formaron en Marte: John Bridges y VV. AA., «Carbonates on Mars», en *Volatiles in the Martian Crust* (Elsevier, 2019), págs. 89-118.

interpretación de los resultados: Everett Gibson y VV. AA., «Martian biosignatures: tantalizing evidence within Martian meteorites», *Biosignature Preservation and Detection in Mars Analog Environments*, actas de la conferencia del 16-18 de mayo de 2016, lago Tahoe, Nevada, LPI Contribution No. 1912, id. 2052, <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2016LPICo1912.2052G/abstract>.

un estudio detallado: Kathie Thomas-Keprta y VV. AA., «Elongated prismatic magnetite crystals in ALH84001 carbonate globules: potential Martian magnetofossils», *Geochimica et Cosmochimica Acta* 64 (2000), págs. 4049-4081; Kathie Thomas-Keprta y VV. AA., «Magnetofossils from ancient Mars: a robust biosignature in the Martian meteorite ALH84001», *Applied and Environmental Microbiology* 68 (2002), págs. 3663-3672.

cadenas lineales: Imre Friedmann, «Chains of magnetite crystals in the meteorite ALH84001: evidence of biological origin», *PNAS* 98 (2001), págs. 2176-2181.

los críticos sugirieron: D. Golden y VV. AA., «Evidence for exclusively inorganic formation of magnetite in Martian meteorite ALH84001», *American Mineralogist* 89 (2004), págs. 681-695.

la investigadora les devolvió el golpe: Kathie Thomas-Keprta y VV. AA., «Origin of magnetite nanocrystals in Martian meteorite ALH84001», *Geochimica et Cosmochimica Acta* 73 (2009), págs. 6631-6677; Schirber, «Meteorite-based debate».

otros meteoritos marcianos: David McKay y VV. AA., «Life on Mars: new evidence from Martian meteorites», *Proceedings Volume 7441, Instruments and Methods for Astrobiology and Planetary Missions XII* (2009): 744102; Richard Kerr, «New signs of ancient life in another Martian meteorite?» *Science* 311 (2006), págs. 1858-1859; Lauren White y VV. AA., «Putative indigenous carbon-bearing alteration features in Martian meteorite Yamato 000593», *Astrobiology* 14 (2014), págs. 170-181.

«Seguimos sosteniendo»: intercambio de correos electrónicos con Gibson, junio de 2019, incluida una versión actualizada de una

declaración de abril de 2017 de Everett Gibson y VV. AA., «Position Paper: Significance of the ALH84001 research and 1996 *Science* manuscript», <https://www.eatsleepshopplay.com/ekg-4>. En 2019 Gibson reiteró que la posibilidad de que exista vida antigua en el ALH84001 «sigue siendo fuerte», como lo reafirman los últimos datos procedentes de otros meteoritos. Al respecto, véase también: Charles Choi, «Mars life? 20 years later, debate over meteorite continues», *Space.com*, 10 de agosto de 2016, <https://www.space.com/33690-allen-hills-mars-meteorite-alien-life-20-years.html>.

«en lo más bajo de la jerarquía»: Adam Rogers, «War of the Worlds», *Newsweek*, 9 de febrero de 1997, <https://www.newsweek.com/war-worlds-174656>.

«más rápido, mejor, más barato»: NASA, Daniel Saul Goldin, <https://history.nasa.gov/dan_goldin.html>.

«reivindicación del programa espacial estadounidense»: declaración del presidente Bill Clinton sobre el descubrimiento del meteorito marciano, 7 de agosto de 1996, https://www2.jpl.nasa.gov/snc/clinton.html>.

«la fascinación por los extraterrestres»: Sawyer, *Rock from Mars*, 197. Véase también: Mark Peplow, «Do you believe in life on Mars?», *Nature*, 8 de marzo de 2005, <https://www.nature.com/news/2005/050307/full/050307-9.html>.

la agencia desvió los recursos: sobre el cambio de perspectiva causado por el ALH84001: Leonard David, «Moon and Mars exploration pioneer David McKay dies at 76», *Space.com*, 25 de febrero de 2013, <https://www.space.com/19949-david-mckay-obituary-moon-mars.html>, Dick, 'Twentieth Century History', págs. 140; Gibson y VV. AA., «Position paper».

«la idea orientadora»: Gibson y VV. AA., «Position paper».

el cazador de planetas más prolífico: Alexandra Witze, «NASA retires Kepler spacecraft after planet-hunter runs out of fuel», *Nature*, 30 de octubre de 2018.

usan en la actualidad la espectroscopia para investigar: McGregor Campbell, «Red sun rising», *New Scientist*, 21 de julio

de 2018, 39-41; Ryan MacDonald, «And now for the exoweather […]», *New Scientist*, 10 de noviembre de 2018, págs. 38-41.

análisis […] de los datos de Kepler: Erik Petigura y VV. AA., «Prevalence of Earth-size planets orbiting Sun-like stars», *PNAS* 110 (2013), <https://doi.org/10.1073/pnas.1319909110>.

zona habitable de nuestra estrella más cercana: Guillem Anglada-Escude y VV. AA., «A terrestrial planet candidate in a temperate orbit around Proxima Centauri», *Nature* 536 (2016), págs. 437-440.

siete planetas del tamaño de la Tierra: Michael Gillon y VV. AA., «Seven temperature terrestrial planets around the nearby ultracool dwarf stars TRAPPIST-1», *Nature* 542 (2017), págs. 456-460.

se detectó vapor de agua: Angelos Tsiaras y VV. AA., «Water vapour in the atmosphere of the habitable-zone eight-Earth-mass planet K2-18 b», *Nature Astronomy* (2019) <https://doi.org/10.1038/s41550-019-0878-9>.

ocho mil ochocientos millones de planetas: Petigura, «Prevalence of Earth-sized planets»; Nancy Atkinson, «22% of sun-like stars have earth-sized planets in the habitable zone», *Universe Today*, 4 de noviembre de 2013, <https://www.universetoday.com/106121/22-of-sun-like-stars-have-earth-sized-planets-in-the-habitable-zone/>. Véase también: Michael Gowanlock y Ian Morrison, «The Habitability of Our Evolving Galaxy», en *Habitability of the Universe Before Earth*, ed. Richard Gordon y Alexei Sharov (Elsevier, 2018).

fuentes hidrotermales submarinas: Cristina Luiggi, «Life on the ocean floor, 1977», *Scientist*, 1 de septiembre de 2012, <https://www.the-scientist.com/foundations/life-on-the-ocean-floor-1977-40523>.

«barreras físicas y químicas insuperables»: Lynn Rothschild y Rocco Mancinelli, «Life in extreme environments», *Nature* 409 (2001), págs. 1092-1101. Otras fuentes sobre los extremófilos: Mose Rossi y VV. AA., «Meeting Review: Extremophiles 2002», *Journal of Bacteriology* 185 (2003), 3683-9; Mark Lever y

VV. AA., «Evidence for microbial carbon and sulfur cycling in deeply buried ridge flank basalt», *Science* 339 (2013), págs. 1305-1308.

posible existencia de otros hábitats: Seth Shostak, «Current Approaches to Finding Life Beyond Earth», en Dick, *Life Beyond Earth*, págs. 9-22; Dirk Schulze-Makuch, «The Landscape of Life», en Dick, *Life Beyond Earth*, págs. 81-94.

podría haber pasado a otro: Paul Davies, *The Fifth Miracle: The Search for the Origin and Meaning of Life* (Simon & Schuster, 1998). Traducción española: *El quinto milagro, la búsqueda del origen y significado de la vida* (Crítica, 2000); Steven Benner y Hyo-Joong Kim, «The case for a Martian origin for Earth life», *Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology XVII* 9606 (2015), 96060C; Chandra Wickramasinghe, «Evidence to clinch the theory of extraterrestrial life», *Journal of Astrobiology & Outreach* 3 (2015), <https://doi.org/10.4172/2332-2519.1000e107>.

precursores orgánicos de la vida: Fred Goesmann y VV. AA., «Organic compounds on comet 67P/Churyumov-Gerasimenko revealed by COSAC mass spectrometry», *Science* 349 (2015), <https://doi.org/10.1126/science.aab0689>; Queenie Chan y VV. AA., «Organic matter in extraterrestrial water-bearing salt crystals», *Science Advances* 4 (2018), <https://doi.org/10.1126/sciadv.aao3521>.

pueden sobrevivir en el espacio profundo: por ejemplo, Natalia Novikova y VV. AA., «Study of the effects of the outer space environment on dormant forms of microorganisms, fungi and plants in the "Expose-R" experiment», *International Journal of Astrobiology* 14 (2015), págs. 137-142.

el orbitador de la NASA Mars Global Surveyor: Mario Acuna y VV. AA., «Magnetic field and plasma observations at Mars: initial results of the Mars Global Surveyor Mission», *Science* 279 (1998), págs. 1676-1680. Véase también B. P. Weiss y VV. AA.., «Records of an ancient Martian magnetic field in ALH84001», *Earth and Planetary Science Letters* 201 (2001), págs. 449-463.

retener una atmósfera más densa: Ramsés Ramírez y Robert

Craddock, «The geological and climatological case for a warmer and wetter early Mars», *Nature Geoscience* 11 (2018), págs. 230-237.

rocas sedimentarias de tres mil millones de años de antigüedad: Jennifer Eigenbrode, «Organic matter preserved in 3-billion-year-old mudstones at Gale crater, Mars», *Science* 360 (2018), págs. 1096-1101.

una imagen mucho más acogedora de la vida: Colin Dundas y VV. AA., «Exposed subsurface ice sheets in the Martian mid-latitudes», *Science* 359 (2018): págs. 199-201; Anja Diez, «Liquid water on Mars», *Science* 361 (2018), págs. 448-449; Yoshitaka Yoshimura, «The Search for Life on Mars», en *Astrobiology*, ed. Akihiko Yamagishi y VV. AA. (Springer, 2019), págs. 367-381.

se ha detectado metano: Marco Giuranna y VV. AA., «Independent confirmation of a methane spike on Mars and a source region east of Gale Crater», *Nature Geoscience* 12 (2019), págs. 326-332.

insisten en que la biología marciana: Gilbert Levin y Patricia Ann Straat, «The case for extant life on Mars and its possible detection by the Viking labeled release experiment», *Astrobiology* 16 (2016), págs. 798-810.

se han propuesto otros elementos químicos: Chris McKay, «What is Life – and how do we search for it on other worlds?», *PLoS Biology* 2 (2004), págs. 1260-1263; Schulze-Makuch, «Landscape of Life».

orbita alrededor de una estrella de neutrones: Schulze-Makuch, «Landscape of Life».

«biosfera sombra»: Carol Cleland, «Epistemological issues in the study of microbial life: alternative terran biospheres?», *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 38 (2007), págs. 847-861, <https://doi.org/10.1016/j.shpsc.2007.09.007>; Paul Davies, «Searching for a shadow biosphere on Earth as a test of the "cosmic imperative"», *Proceedings of the Royal Society A* 369 (2011), págs. 624-632.

«reino de las hadas y los elfos»: David Toomey, *Weird Life: The Search for Life that is Very, Very Different from Our Own* (W. W. Norton & Co., 2013), pág. 34. Traducción española: *Vida extraña: la búsqueda de la vida que es muy, muy diferente de la nuestra* (Ediciones de Intervención Cultural, 2015).

una alumna de doctorado [...] llamada Jocelyn Bell: sobre la historia del descubrimiento de Bell: Jocelyn Bell Burnell, «Little Green Men, white dwarfs or pulsars?», *Annals of the New York Academy of Science* 302 (1977), págs. 685-689; Alan Penny, «The SETI episode in the 1967 discovery of pulsars», *European Physical Journal H* 38 (2013), págs. 535-547.

«Mientras el gráfico fluía»: Bell Burnell, «Little Green Men».

«Las pulsaciones, además de ser artificiales»: Bell Burnell, «Little Green Men».

«hombrecitos verdes»: Penny, «The SETI episode».

en un artículo de *Nature*: Giuseppe Cocconi y Philip Morrison, «Searching for interstellar communications», *Nature* 184 (1959), págs. 844-846.

Frank Drake pronto emprendió: Dick, «Twentieth Century History», pág. 139.

«la excitación se acrecentaba»: Penny, «The SETI episode», 4.

«cuantos menos contactos se tengan»: Penny, «The SETI episode».

«Estaba tratando de hacer un doctorado», «Apretando los interruptores» y **«Era bastante dudoso»:** Bell Burnell, «Little Green Men».

escribieron por fin su trabajo: Antony Hewish y VV. AA., «Observation of a rapidly pulsating radio source», *Nature* 217 (1968), págs. 709-713.

la mayoría de los esfuerzos de escucha: sobre la historia de los esfuerzos SETI véase Douglas Vakoch y Matthew Dowd (ed.), *The Drake Equation: Estimating the Prevalence of Extraterrestrial Life Through the Ages* (Cambridge University Press, 2015); Linda Billings, «Astrobiology in culture: the search for extraterrestrial life as "Science"», *Astrobiology* 12 (2012): págs. 966-975; Seth Shostak, «Current Approaches to Finding Life Beyond Earth,

and What Happens if We Do», en Dick, *Life Beyond Earth*, págs. 9-22.

«muy peligroso revelar nuestra existencia» (nota a pie de página): Penny, «The SETI episode».

ráfagas de radio repetidas e inexplicables: «Distant galaxy sends out 15 high-energy radio bursts», comunicado de prensa de la UC Berkeley, 30 de agosto de 2017, <https://news.berkeley.edu/2017/08/30/distant-galaxy-sends-out-15-high-energy-radio-bursts/>.

«exótica empresa científica a pequeña escala»: Michael Michaud, «Searching for Extraterrestrial Intelligence», en Dick, *Life Beyond Earth*, pág. 295.

las civilizaciones extraterrestres más sofisticadas: Susan Schneider, «Alien Minds», en Dick, *Life Beyond Earth*, págs. 189-206.

considerar la inteligencia un fin en sí mismo, en lugar de una herramienta: Mark Lupisella, «Life, Intelligence, and the Pursuit of Value in Cosmic Evolution», en Dick, *Life Beyond Earth*, págs. 159-174.

«Estamos intentando determinar»: Sawyer, *Rock from Mars*, pág. 188.

XII. MENTE

había volado en más de setenta tipos diferentes de aviones: Chris Hadfield, *An Astronaut's Guide to Life on Earth* (Macmillan, 2013). Traducción española: *Guía de un astronauta para vivir en la Tierra* (Ediciones B, 2014).

«Desde un punto de vista técnico, estaba completamente preparado»: Chris Hadfield, conferencia en la Royal Geographical Society, Londres, 7 de diciembre de 2014.

«abrumado por la pura belleza»: Hadfield, *An Astronaut's Guide to Life on Earth,* pág. 90.

«asombroso», «seis mil millones de personas»: «Chris Hadfield's Incredible Description of Spacewalking», 5 de mayo de 2013, <https://www.youtube.com/watch?v=cxxTGkBuo1c>.

«El pensamiento se detiene»: citado en Jo Marchant, «Awesome awe», *New Scientist* (2017), págs. 33-35.

«El poder de la presencia»: Hadfield, Real Sociedad Geográfica.

«mis pies ya no tocan»: citado en Owen Gingerich, «Was Ptolemy a fraud?», *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society* 21 (1980), págs. 253-266.

«grandiosa, vasta»: Henri-Frederic Amiel, *Amiel's Journal* (1882), <https://www.gutenberg.org/files/8545/8545-h/8545-h.htm>. Traducción española: *Diario íntimo* (Renacimiento, 2019); citado en William James, *The Varieties of Religious Experience: A Study in Human Nature* (Penguin Classics, 1983), pág. 395. Traducción española: *Las variedades de la experiencia religiosa: estudio de la naturaleza humana* (Península, 2002).

la primera definición científica: Dacher Keltner y Jonathan Haidt, «Approaching awe, a moral, spiritual, and aesthetic emotion», *Cognition and Emotion* 17 (2003), págs. 297-314.

los resultados han sido sorprendentes: resumido en Marchant, «Awesome awe»; **la gente se vuelve más creativa:** Alice Chirico y VV. AA., «Awe enhances creative thinking: An experimental study», *Creativity Research Journal* 30 (2018), págs. 123-131; **los recuerdos [...] mejoraban:** Alexander Danvers y Michelle Shiota, «Going off script: Effects of awe on memory for script-typical and irrelevant narrative detail», *Emotion* 17 (2017), págs. 938-952; **reduce los niveles de citoquinas:** Jennifer Stellar y VV. AA., «Positive affect and markers of inflammation: Discrete positive emotions predict lower levels of inflammatory cytokines», *Emotion* 15 (2015), págs. 129-133; **activan el sistema nervioso parasimpático:** Michelle Shiota y VV. AA., «Feeling Good: Autonomic nervous system responding in five positive emotions», *Emotion* 11 (2011), págs. 1368-1378; **se preocupan menos por sus problemas y metas personales [...] se sienten más conectados [...] sus decisiones son más éticas:** Paul Piff y VV. AA., «Awe, the small self, and prosocial behavior», *Journal of Personality and Social Psychology* 108 (2015), págs. 883-899; **se preocupan menos por el dinero:** Libin Jiang y VV. AA.,

«Awe weakens the desire for money», *Journal of Pacific Rim Psychology* 12 (2018), e4; **cuidan más el medio ambiente:** Huanhuan Zhao y VV. AA., «Relation between awe and environmentalism: The role of social dominance orientation», *Frontiers in Psychology* 9 (2018), pág. 2367; Yan Yang y VV. AA., «From awe to ecological behavior: The mediating role of connectedness to nature», *Sustainability* 10 (2018), pág. 2477; **sienten como si tuvieran más tiempo:** Melanie Rudd y VV. AA., «Awe expands people's perception of time, alters decision making, and enhances well-being», *Psychological Science* 23 (2012), págs. 1130-1136.

la gente hacía su firma más pequeña: Yang Bai y VV. AA., «Awe, the diminished self, and collective engagement: Universals and cultural variations in the small self», *Journal of Personality and Social Psychology* 113 (2017), págs. 185-209. Véase también Michiel van Elk y VV. AA., «"Standing in awe": The effects of awe on body perception and the relation with absorption», *Collabra* 2 (2016), pág. 4.

neurocientíficos de los Países Bajos: Michiel van Elk y VV. AA., «The neural correlates of awe experience: Reduced default mode network activity during feelings of awe», *Human Brain Mapping* 40 (2019), págs. 3561-3574.

«desvanecimiento del yo»: entrevista telefónica con Dacher Keltner, 5 de mayo de 2017, citada en un principio en Marchant, «Awesome awe».

fuerzas naturales, como las tormentas: Alice Chirico y David Yaden, «Awe: A self-transcendent and sometimes transformative emotion», en *The Function of Emotions*, ed. Heather Lench (Springer, 2018), págs. 221-233.

«¡Hermosa, es tan hermosa!»: Alison George, «One minute with […] Yuri Gagarin», *New Scientist*, 9 de abril de 2011, pág. 29.

«Gente del mundo»: Yuri Gagarin, *Yuri Gagarin* (Novisti Press, 1977), págs. 14 y 17; citado en Richard Roney, «Beyond War: A New Way of Thinking», en *Breakthrough: Emerging New Thinking: Soviet and Western Scholars Issue a Challenge to Build a World Beyond War* (Walker, Novisti, 1988), 5.

«Ese hermoso y cálido objeto viviente»: Jim Irwin, *To Rule the Night: The Discovery Voyage of Astronaut Jim Irwin* (A. J. Holman, 1973), pág. 60.

«un organismo vivo, que respira»: película documental *Overview*, Planetary Collective, 2012, <http://weareplanetary.com/overview-short-film/>. Véase también Ron Garan, *The Orbital Perspective: Lessons in Seeing the Big Picture from a Journey of 71 Million Miles* (Berrett-Koehler, 2015), págs. 52-53.

«compasión y preocupación»: David Yaden y VV. AA., «The Overview Effect: Awe and self-transcendent experience in space flight», *Psychology of Consciousness*: *Theory, Research, and Practice* 3 (2016), pág. 3.

vendió sus todoterrenos: Ben Guarino, «The Overview Effect will save Earth one rich space tourist at a time», *Inverse*, 18 de diciembre de 2015, <https://www.inverse.com/article/6301-overview-everview-effect-space-tourism-environmentalism-spacex-richard-garriot>.

«Desde la Luna»: Alex Pasternak, «The moon-walking, alien-hunting, psychic astronaut who got sued by NASA», *Vice*, 14 de mayo de 2016, <https://www.vice.com/en_us/article/aek7ez/astronaut-edgar-mitchell-outer-space-inner-space-and-aliens>.

«no ves las barreras»: Frank White, *The Overview Effect: Space Exploration and Human Evolution*, tercera edición (American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1987), pág. 37.

identificado en los años ochenta: White, «Overview Effect».

poderoso ejemplo de asombro: Yaden y VV. AA., «Overview Effect», págs. 1-11.

«paz interior»: White, «Overview Effect», 41.

«estado de gracia»: Geoff Hoffman, *iPM*, BBC Radio 4, 25 de mayo de 2013, <http://www.bbc.co.uk/programmes/b01sjn9l>; citado en Nick Campion, «The Importance of Cosmology in Culture: Contexts and Consequences», en *Trends in Modern Cosmology*, ed. Abraao Capistrano (InTechOpen, 2017).

«con el resto del universo»: Yasmin Tayag, «Six NASA astronauts describe the moment in space when "everything changed"», *Inverse*, 20 de julio de 2019, <https://www.inverse.com/

article/57841-nasa-astronauts-describe-overview-effect-everything-changed>.

«algo muy superior»: Chris Hadfield, «Why all politicians should travel to space (and some should come back)», *Big Think*, 23 de marzo de 2018, <https://bigthink.com/videos/chris-hadfield-how-space-travel-expands-your-mind>.

«el poder de Dios»: John Wilford, «James B. Irwin, 61, Ex-Astronaut; Founded Religious Organization», *The New York Times*, 10 de agosto de 1991, <https://www.nytimes.com/1991/08/10/us/james-b-irwin-61-ex-astronaut-founded-religious-organization.html>.

«de alguna manera, consciente»: Edgar Mitchell, *The Way of the Explorer: An Apollo Astronaut's Journey Through the Material and Mystical Worlds*, edición revisada (New Page books, 2008), págs. 16 y 74-75.

William James reunió varios ejemplos famosos: William James, *The Varieties of Religious Experience: A Study in Human Nature* (Penguin Classics, 1983). Traducción española: *Las variedades de la experiencia religiosa: estudio de la naturaleza humana* (Península, 2002).

«la conciencia cósmica»: Richard Bucke, *Cosmic Consciousness: A Study in the Evolution of the Human Mind* (Dutton & Co., 1901).

«un sustrato inmemorial y universal»: Aldous Huxley, *The Perennial Philosophy* (Harper & Brothers, 1947). Traducción española: *La filosofía perenne* (Edhasa, 2010); citado en Charles Grob y VV. AA., «Use of the classic hallucinogen psilocybin for the treatment of existential distress associated with cancer», en *Psychological Aspects of Cancer*, ed. Brian Carr and Jennifer Steel (Springer, 2013), págs. 291-308.

hongos que contenían el alucinógeno psilocibina: Gordon Wasson, «Seeking the magic mushroom», *Life*, 13 de mayo de 1957, págs. 100-102 y 109-120.

el farmacólogo clínico Roland Griffiths: Roland Griffiths y VV. AA., «Psilocybin can occasion mystical-type experiences having substantial and sustained personal meaning and spiritual significance», *Psychopharmacology* 187 (2006),

págs. 268-283; Roland Griffiths y VV. AA., «Mystical-type experiences occasioned by psilocybin mediate the attribution of personal meaning and spiritual significance 14 months later», *Journal of Psychopharmacology* 22 (2008), págs. 621-632.

«en el vacío»: Frederick Barrett y Roland Griffiths, «Classic hallucinogens and mystical experiences: phenomenology and neural correlates», en *Behavioural Neurobiology of Psychedelic Drugs* (Springer, 2017), págs. 393-430.

un ensayo realizado en 2016: Roland Griffiths y VV. AA., «Psilocybin procures substantial and sustained decreases in depression and anxiety in patients with life-threatening cancer: A randomized double-blind trial», *Journal of Psychopharmacology* 30 (2016), págs. 1181-1197.

escribió en su diario, «no tenía nada que temer»: Grob y VV. AA., «Existential distress».

las sustancias psicodélicas reducen la actividad: sobre la manera en que las sustancias psicodélicas afectan al cerebro: Robin Carhart-Harris y VV. AA., «Neural correlates of the psychedelic state as determined by fMRI studies with psilocybin», *PNAS* 109 (2012), págs. 2138-2143; Samuel Turton y VV. AA., «A qualitative report on the subjective experience of intravenous psilocybin administered in an fMRI environment», *Current Drug Abuse Reviews* 7 (2014), págs. 117-127; Enzo Tagliazucchi y VV. AA., «Increased global functional connectivity correlates with LSD-induced ego dissolution», *Current Biology* 26 (2016), págs. 1043-1050; Barrett y Griffiths, «Classic hallucinogens»; Matthew Nour y Robin Carhart-Harris, «Psychedelics and the science of self-experience», *British Journal of Psychiatry* 210 (2017), págs. 177-179; Michael Schartner y VV. AA., «Increased spontaneous MEG signal diversity for psychoactive doses of ketamine, LSD and psilocybin», *Scientific Reports* 7 (2017), <https://doi.org/10.1038/srep46421>; Robin Carhart-Harris, «How do psychedelics work?» *Current Opinion in Psychiatry* 32 (2019), págs. 16-21.

«Tengo la sensación de que es la misma cosa»: entrevista telefónica con Robin Carhart-Harris, 9 de mayo de 2017, citada

en un principio en Marchant, «Awesome awe».

pueden aflojar esas cadenas: Robin Carhart-Harris y VV. AA., «Psychedelics and connectedness», en *Psychopharmacology* 235 (2017), págs. 547-550; Robin Carhart-Harris y David Nutt, «Serotonin and brain function: a tale of two receptors», *Journal of Psychopharmacology* 3 (2017), págs. 1091-1120.

«Creemos que la ausencia de asombro»: Paul Piff and Dacher Keltner, «Why do we experience awe?», *The New York Times*, 22 de mayo de 2015, <https://www.nytimes.com/2015/05/24/opinion/sunday/why-do-we-experience-awe.html>.

«con angustia»: William James, *The Varieties of Religious Experience*, pág.386.

«Mi constitución»: William James, *The Varieties of Religious Experience*, pág. 388.

«Todavía tiendo a pensar»: Michael Pollan, *How to Change Your Mind: The New Science of Psychedelics* (Allen Lane, 2018), pág. 414. Traducción española: *Cómo cambiar tu mente: lo que la nueva ciencia de la psicodelia nos enseña sobre la conciencia, la muerte, la adicción, la depresión y la transcendencia* (Debate, 2018).

«ser es ser percibido»: Lisa Downing, «George Berkeley», *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (edición de la primavera de 2013), ed. Edward Zalta, <https://plato.stanford.edu/archives/spr2013/entries/berkeley/>.

James recibió la influencia: William James, *A Pluralistic Universe: Hibbert Lectures at Manchester College on the Present Situation in Philosophy* (1908), conferencia 6.

«una explicación mecánica»: Henri Bergson, *Time and Free Will: An Essay on the Immediate Data of Consciousness*, trad. F. L. Pogson (Dover Publications, 2001), pág. 100. Traducción española: *Obras escogidas: Ensayo sobre los datos inmediatos de la conciencia* (Aguilar, 1963).

«La física no es matemática»: Bertrand Russell, *An Outline of Philosophy* (Routledge Classics, 2009), pág. 171. Traducción española: *Fundamentos de filosofía* (Plaza & Janés, 1991); citado en Galen Strawson, «A hundred years of consciousness: “a long

training in absurdity"», *Estudios de Filosofia* 59 (2019), págs. 9-43.

parece «bastante estúpido»: Arthur Eddington, *The Nature of the Physical World: The Gifford Lectures 1927* (Cambridge University Press, 1928), pág. 259; citado en Galen Strawson, «Realistic monism: why physicalism entails panpsychism», *Journal of Consciousness Studies* 13 (2006), págs. 3-31.

un «momento de crisis»: Max Planck, «Where is Science Going?» (Ox Bow Press, 1977), pág. 65; citado en Juan Marín, «"Mysticism" in quantum mechanics: the forgotten controversy», *European Journal of Physics* 30 (2009), págs. 807-822.

un «prejuicio filosófico»: Albert Einstein, *The Born–Einstein Letters: Friendship, Politics, and Physics in Uncertain Times: Correspondence Between Albert Einstein and Max and Hedwig Born from 1916 to 1955 with Commentaries by Max Born* (Macmillan, 2005), pág. 218. Traducción española: *Albert Einstein-Max Born: cartas, 1916-1955: y algunos aledaños* (Cinca Monterde Editor, 2015); citado en Marín, «Mysticism».

«el universo material»: Erwin Schrodinger, «Interviews with Great Scientists: no. 4. – Prof. Schrodinger», *Observer*, 11 de enero de 1931, págs. 15-16; citado en Strawson, «A hundred years of consciousness».

«transfusión de sangre»: Erwin Schrodinger, *What is Life? With Mind and Matter and Autobiographical Sketches* (Cambridge University Press, 2012), pág. 130. Traducción española: *¿Qué es la vida?* (Círculo de Lectores, 2009); citado en Marín, «Mysticism».

el descubrimiento en 1953: James Watson y Francis Crick, «Molecular structure of nucleic acids», *Nature* 171 (1953), págs. 737-738.

«se puede cortar en dos con un cuchillo»: Steven Pinker, *How the Mind Works* (W. W. Norton & Co., 1997), pág. 64. Traducción española: *Cómo funciona la mente* (Destino, 2004).

la «difícil cuestión»: «David Chalmers on the Hard Problem of Consciousness», (Tucson, 1994), <https://www.youtube.com/

watch?v=_lWp-6hH_6g>.

«una ilusión»: John Horgan, «Is consciousness real? Philosopher Daniel Dennett tries, once again, to explain away consciousness», blog de Cross Check, *Scientific American*, 21 de marzo de 2017, <https://blogs.scientificamerican.com/cross-check/is-consciousness-real/>.

hubo protestas: por ejemplo, Paul Davies, *The Goldilocks Enigma: Why Is the Universe Just Right for Life?* (Allen Lane, 2006); Ryan Gillespie, «Cosmic meaning, awe and absurdity in the secular age: A critique of religious non-theism», *Harvard Theological Review* 111 (2018), págs. 461-487.

«vehículos robot»: Richard Dawkins, *The Selfish Gene: 40th Anniversary Edition* (Oxford Landmark Science, 2016), pág. xxix. Traducción española: *El gen egoísta extendido* (Bruño, 2019).

«paquete de neuronas»: Francis Crick, *The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul* (Simon & Schuster, 1995). Traducción española: *La búsqueda científica del alma* (Debate, 2003).

«escoria química»: *Reality on the Rocks*, Windfall Films, 1995; citado en Raymond Tallis, «You chemical scum, you», *Philosophy Now*, marzo/abril 2012, <https://philosophynow.org/issues/89/You_Chemical_Scum_You>.

«La visión reduccionista del mundo»: Steven Weinberg, *Dreams of a Final Theory: The Scientist's Search for the Ultimate Laws of Nature* (Vintage, 1994), pág. 53. Traducción española: *El sueño de una teoría final: la búsqueda de las leyes fundamentales de la naturaleza* (Crítica, 2004).

«el mecanismo por el que»: *The Atheist's Guide to Christmas*, ed. Ariane Sherine (Friday Project, 2010), pág. 83.

«naturalismo poético»: Sean Carroll, *The Big Picture: On the Origins of Life, Meaning and the Universe Itself* (Oneworld, 2017).

«nobleza del ser»: Brian Greene, *Until the End of Time: Mind, Matter and Our Search for Meaning in an Evolving Universe* (Penguin Random House, 2020), capítulos 6, 7, 8 y 11.

no existe un «reino mental propio de la existencia»: «Physics of consciousness», entrevista a Sean Carroll, *Closer to Truth*,

<https://www.closertotruth.com/interviews/54817>.

«Las matemáticas mandan»: Greene, *Until the End of Time*, págs. 149-155.

«incapaz de proporcionarnos»: Thomas Nagel, *Mind and Cosmos: Why the Materialist, Neo-Darwinian Conception of Nature is Almost Certainly False* (OUP USA, 2012). Traducción española: *La mente y el cosmos: por qué la concepción neodarwinista materialista de la naturaleza es, casi con certeza, falsa* (Biblioteca Nueva, 2014).

«razonamiento de pacotilla»: Andrew Ferguson, «The Heretic», *Weekly Standard*, 25 de marzo de 2013, <http://www.weeklystandard.com/andrew-ferguson/the-heretic>.

«no valía nada»: Michael Chorost, «Where Thomas Nagel went wrong», *Chronicle of Higher Education*, 13 de mayo de 2013, <https://www.chronicle.com/article/Where-Thomas-Nagel-Went-Wrong/139129>.

Paul Davies […] Stuart Kauffman: Davies, *Goldilocks Enigma*; Paul Davies, *The Demon in the Machine: How Hidden Webs of Information Are Solving the Mystery of Life* (Allen Lane, 2019); Stuart Kauffman, «Beyond the stalemate», Cornell University, arXiv.org, <https://arxiv.org/abs/1410.2127v2>; Stuart Kauffman, *Reinventing the Sacred: A New View of Science, Reason and Religion* (Basic, 2008).

«la mayor certeza que tenemos» y siguientes citas: entrevista con Galen Strawson en Chalk Farm, Londres, 13 de agosto de 2019. Véase también Strawson, «Realistic monism»; Galen Strawson, «Mind and Being: The primacy of panpsychism», en *Panpsychism: Contemporary Perspectives,* ed. Godehard Bruntrup and Ludwig Jaskolla (OUP, USA, 2016); Strawson, «A hundred years of consciousness».

la conciencia pueda extenderse: Colin Klein y Andrew Barron, «Insects have the capacity for subjective experience», *Animal Sentience* 9 (2016), págs. 1-19; Sy Montgomery, *The Soul of an Octopus: A Surprising Exploration into the Wonder of Consciousness* (Simon & Schuster, 2016).

la posibilidad de que las plantas y los mohos mucilaginosos:

Paco Calvo, «Are plants sentient?», *Plant, Cell and Environment* 40 (2017), págs. 2858-2869; Chris Reid y Tania Latty, «Collective behaviour and swarm intelligence in slime moulds», *FEMS Microbiology Reviews* 40 (2016), págs. 798-806; Jordi Vallverdu y VV. AA., «Slime mould: The fundamental mechanisms of biological cognition», *Biosystems* 165 (2018), págs. 57-70.

la conciencia en los ordenadores y los extraterrestres: Murray Shanahan, «AI and Consciousness», en *The Technological Singularity* (MIT Press, 2015), págs. 117-150; Susan Schneider, «Alien Minds», en Dick, *Life Beyond Earth*, págs. 189-206.

Teoría de la Información Integrada: Giulio Tononi y Christof Koch, «Consciousness: here, there and everywhere?», *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 370 (2015), <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0167>.

«una nueva generación» y ***Galileo's Error*:** cita del elogio de David Chalmers al libro de Philip Goff, *Galileo's Error*: *Foundations for a New Science of Consciousness* (Penguin Random House, 2019). Sobre la creciente aceptación del panpsiquismo véase Adam Frank, «Minding matter: the closer you look, the more the materialist position in physics appears to rest on shaky metaphysical ground», *Aeon*, marzo de 2017, <https://aeon.co/essays/materialism-alone-cannot-explain-the-riddle-of-consciousness>; Philip Goff, «Panpsychism is crazy, but it is also most probably true», *Aeon*, marzo de 2017, <https://aeon.co/ideas/panpsychism-is-crazy-but-its-also-most-probably-true>; Olivia Goldhill, «The idea that everything from spoons to stones is conscious is gaining academic credibility», *Quartz*, enero de 2018, <https://qz.com/1184574/the-idea-that-everything-from-spoons-to-stones-are-conscious-is-gaining-academic-credibility/>. Entre los libros académicos sobre panpsiquismo publicados con posterioridad al provocador documento de Strawson de 2006 se encuentra David Skrbina, *Panpsychism in the West* (MIT Press, 2007); *The Mental as Fundamental: New Perspectives on Panpsychism*, ed. Michael Blamauer (Ontos Verlag, 2011); *Panpsychism*, ed. Bruntrup and

Jaskolla.

metáfora de un gran océano: Freya Mathews, «Panpsychism as paradigm», en Blamauer, *Mental as Fundamental*, págs. 141-156.

«montando algo vivo»: Freya Mathews, *Reinventing Reality: Towards a Recovery of Culture* (University of New South Wales Press, 2005), pág. 111.

«resplandecían luminosas» y las citas de los siguientes párrafos: entrevista mediante Skype con Itay Shani, 26 de julio de 2019. Véase también Itay Shani, «Cosmopsychism: A holistic approach to the metaphysics of experience», *Philosophical Papers* 44 (2015), págs. 389-437; Itay Shani y Joachim Keppler, «Beyond Combination: How cosmic consciousness grounds ordinary experience», *Journal of the American Philosophical Association* 4 (2018), págs. 390-410.

el panpsiquismo es vital: Freya Mathews, *For the Love of Matter: A Contemporary Panpsychism* (State University of New York Press, 2003); Mathews, *Reinventing Reality*.

fue un contemporáneo de Einstein y Bohr: Charles Misner y VV. AA., «John Wheeler, relativity, and quantum information», *Physics Today*, abril de 2009, págs. 40-46.

«emerge constantemente»: Tim Folger, «Does the universe exist if we're not looking?», *Discover*, 1 de junio de 2002, <http://discovermagazine.com/2002/jun/featuniverse>. Se trata de una descripción de Folger y no de una cita directa de Wheeler.

«simboliza la idea»: John Wheeler, «Information, Physics, Quantum: The Search for Links», en *Complexity, Entropy and the Physics of Information*, ed. Wojciech Zurek (Addison Wesley, 1990), págs. 309-336.

la confirmación llegó más tarde […] se ha repetido desde entonces con una serie de variantes: los experimentos de elección retardada se revisan en Xiao-song Ma y VV. AA., «Delayed-choice gedanken experiments and their realizations», *Reviews of Modern Physics* 88 (2016), <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.88.015005>; Andrew Manning y VV. AA., «Wheeler's delayed-choice gedanken experiment with a single atom», *Nature Physics* 11 (2015), págs. 539-42;

Francesco Vedovato, «Extending Wheeler's delayed-choice experiment to space», *Science Advances* 3 (2017), <https://doi.org/10.1126/sciadv.1701180>.

los astrónomos tienen incluso un plan: Laurance Doyle, «Quantum astronomy: a cosmic-scale double-slit experiment», *Space.com*, 13 de enero de 2005, <https://www.space.com/667-quantum-astronomy-cosmic-scale-double-slit-experiment.html>.

un «dragón humeante»: John Wheeler, «Time Today», en *Physical Origins of Time Asymmetry*, ed. J. J. Halliwell y VV. AA. (Cambridge University Press, 1994), págs. 19-20; citado en Anil Ananthaswamy, «Closed loophole confirms the unreality of the quantum world», *Quanta*, 25 de julio de 2018, <https://www.quantamagazine.org/closed-loophole-confirms-the-unreality-of-the-quantum-world-20180725/>.

«notas arrancadas de un piano»: Wheeler, «Information, Physics, Quantum», 24.

miles y miles de millones, «Si un estado cuántico», igualmente revolucionario: Christopher Fuchs, «Notwithstanding Bohr, the reasons for Qbism», *Mind and Matter* 15 (2017), págs. 245-300, nota a pie de página 5.

«la realidad es *más* de lo que puede captar»: Christopher Fuchs, «On Participatory Realism», en *Information and Interaction*, ed. Ian Durham and Dean Rickles (Springer, 2017), págs. 113-134.

uno de los héroes intelectuales de Fuchs: Fuchs, «Notwithstanding Bohr».

«pura experiencia»: William James, «Un mundo de pura experiencia (1904/11)», en *Ensayos de empirismo radical,* Cactus, 2020, Argentina. James también dice: «El universo crece continuamente en cantidad con las nuevas experiencias, que se injertan en la antigua masa», William James, «Does "Consciousness" exist?», *Journal of Philosophy, Psychology, and Scientific Methods* 1 (1904), págs. 477-491.

«en puntos y áreas locales»: William James, «Pragmatism: A New Name for Some Old Ways of Thinking», «Lecture VIII, Pragmatism and Religion», en William James, *Pragmatism: A*

New Name for Some Old Ways of Thinking (1907). Traducción española: *Pragmatismo: un nuevo nombre para viejas formas de pensar* (Alianza Editorial, 2015).

«La materia del mundo»: Amanda Gefter, «A private view of quantum reality», *Quanta*, 4 de junio de 2015, <https://www.quantamagazine.org/quantum-bayesianism-explained-by-its-founder-20150604/>.

«No somos máquinas»: Chris Hadfield, «What I learned from going blind in space», conferencia TED, 19 de marzo de 2014, <https://www.youtube.com/watch?v=Zo62S0ulqhA>.

EPÍLOGO

***Anochecer*:** Isaac Asimov, *Nightfall* (1941). El relato se amplió posteriormente en una novela, donde el planeta había cambiado de nombre por el de Kalgash: Isaac Asimov y Robert Silverberg, *Nightfall* (Doubleday, 1990). Traducción española: *Anochecer* (Plaza & Janés, 1999).

unos sistemas médicos: para mayor información sobre la manera en que la medicina moderna suele centrarse en los cuerpos y los tratamientos físicos, marginando las experiencias del paciente y los enfoques parapsicológicos, véase Jo Marchant, *Cure: A Journey into the Science of Mind Over Body* (Canongate, 2016). Traducción española: *Cúrate: una incursión científica en el poder que ejerce la mente sobre el cuerpo* (Aguilar, 2007).

Notas

1. El Neolítico empieza con la introducción de la agricultura y finaliza con la aparición de las herramientas de bronce.

2. Las tumbas dolménicas son tumbas de una sola cámara donde una gran piedra plana se apoya sobre dos o más piedras verticales.

3. Muchos de los hallazgos de esta excavación se enviaron al Museo Arqueológico de Sanliurfa, donde se exhiben en la actualidad, incluido el edificio de culto, que se reconstruyó meticulosamente en el interior del centro.

4. No obstante, los auténticos crómlech tienen la zanja fuera del banco. Lo raro de Stonehenge es que la tiene en el interior.

5. Las declaraciones hechas en los años sesenta, que afirmaban que las piedras implicaban numerosas alineaciones astronómicas y que los «agujeros de Aubrey» se utilizaban para predecir eclipses, son descartadas en la actualidad por la mayoría de los estudiosos.

1. Mesopotamia, que en griego significa «tierra entre los ríos», se extendía desde el sur de Turquía hasta el golfo Pérsico.

2. Rassam y Layard nunca registraron el lugar donde habían encontrado las diferentes tablillas; además, las cajas se mezclaron antes de llegar a Londres, de manera que en la actualidad están consideradas como una única colección.

3. Al igual que en Nínive, no se registraron los lugares donde se encontraron las tablillas y muchas de ellas se dañaron durante la extracción y el transporte. Cuando el equipo alemán inició sus trabajos, apenas quedaban ya tablillas de barro.

4. Su primera aparición se produce antes de la puesta de sol y la última antes del amanecer.

5. Esto se debe a que la Tierra y los demás planetas orbitan alrededor del Sol. Mercurio y Venus están más cerca del astro, de manera que siempre aparecen próximos a él en el cielo. Cuando se mueven hacia el Sol (visto desde la Tierra), parecen retroceder. El resto de planetas (Marte, Saturno, Júpiter) están más lejos del Sol que nosotros, de forma que en ocasiones los superamos por el interior.

6. Más que en rastrear los cuerpos celestes mediante del zodíaco, los sacerdotes estaban interesados en calcular las horas y posiciones de los hechos clave —como una luna nueva o un eclipse lunar, o el momento en que un planeta se detenía o cambiaba de dirección—, dado que gracias a ellos podían hacer sus presagios.

7. Los investigadores siguen encontrando sorpresas en las tablillas. En 2016, el historiador Mathieu Ossendrijver descubrió que los sacerdotes también aplicaban técnicas geométricas a la astronomía. Según dijo, una tablilla babilónica registraba un cálculo de la distancia recorrida por Júpiter utilizando un método que consistía en trazar su velocidad contra el tiempo y en calcular a continuación el área que había bajo el gráfico. Anteriormente se pensaba que este método había sido inventado por los astrónomos europeos en el siglo XIV.

8. En lugar de un sistema numérico decimal, los babilonios utilizaban un sistema sexagesimal que tenía como base el número sesenta (igual que el que seguimos utilizando hoy en día para los grados y el tiempo). Tanto los babilonios como Hiparco empleaban la misma cifra: 29; 31, 50, 8, 20 días, lo que se convierte en 29,5306 días (29 días, 12 horas y 44 minutos). El valor moderno es también 29,5306 días.

1. Del hitita *dsius* o del sánscrito *dyaus*; más tarde «Zeus» en griego y «Júpiter» en latín.

2. Los arqueólogos han visto el calendario planetario por todas partes, desde las ruinas de las termas del emperador Tito del siglo primero a la casa incendiada por el Vesubio el año 79 d. C.

3. Era, probablemente, el santuario de Grand, origen de las tablillas astrológicas mencionadas en el capítulo III.

4. Los historiadores no se ponen de acuerdo sobre si Sol Invictus era una nueva versión de Elagabalus o del tradicional dios greco-romano Sol, o si se trataba de una nueva deidad solar.

5. El término «católico» procede del latín *catholicus* (o *katholikós* en griego), que significa ‘universal’.

6. Las tumbas y las reliquias de los apóstoles fueron retiradas por su hijo Constancio. En la actualidad, Constantino no está considerado como un dios, sino como un santo.

1. En el lugar se erigía anteriormente una iglesia dedicada a san Albano, que murió martirizado durante la persecución de los cristianos ordenada por el emperador Diocleciano en el siglo IV.

2. Richard creyó que estaba enfermo de lepra, pero algunos historiadores han sugerido que quizá sufría de tuberculosis o de sífilis.

3. El recuento se iniciaba al amanecer o alrededor de las seis de la mañana. Siglos más tarde, la *nona* pasó de la media tarde a mediodía, dando origen a la palabra moderna *noon*.

4. Excepto los babilonios, que fraccionaban el día en doce horas dobles y usaban por igual las horas iguales y las estacionales.

5. Se cree que el reloj ocupó la Torre de los Vientos, un edificio octogonal que fue construido en el siglo I a. C. y que aún se encuentra en el mercado romano de Atenas. También se han encontrado en Salzburgo y Grand fragmentos de esferas de bronce como las que describió Vitruvio, que datan del siglo II.

6. Quizá se refería a la obra del erudito francés Pierre de Maricourt, también conocido como Peter Pilgrim, que había experimentado con imanes naturales y concluyó (erróneamente, aunque fue una idea ingeniosa) que los polos norte y sur de un imán se alinean con los polos celestes. Sugirió que, por tanto, un imán esférico inclinado hacia el punto apropiado en el cielo podía hacerse girar como giraba la Tierra.

7. Según North, a finales del siglo XIV pertenecía a un monje llamado John Loukyn, que era sacristán de San Albano. El sacristán de la abadía era responsable de los objetos sagrados de la iglesia, que incluían las campanas y, más tarde, los relojes.

8. El escape «verge y foliot» tenía paletas en cada extremo de un eje vertical que era empujado hacia delante y hacia detrás por unos dientes situados en la parte superior e inferior de una rueda. El diseño del escape descrito por Richard es conocido por los dibujos que Leonardo da Vinci realizó en Italia a finales del siglo XV.

9. El meridiano local es el gran círculo que atraviesa el punto del cielo que se encuentra directamente sobre el observador, igual que los polos celestes.

10. En el molino debieron de emplearse unos engranajes grandes de madera toscamente cortada, en lugar de las precisas ruedas de acero del reloj, pero el principio subyacente —engranajes dentados que transmiten la fuerza acoplándola— era idéntico.

11. Por ejemplo, características como los engranajes epicíclicos y diferenciales, donde unas ruedas pequeñas se movían en unas ruedas más grandes, se utilizaron al principio para plasmar los movimientos planetarios en los relojes astronómicos. Más tarde, se convirtieron en un componente clave de los telares automatizados y, últimamente, de los ejes de los coches y de las impresoras 3D.

12. Según parece, a Descartes le fascinaban los relojes. Diseñó su propio mecanismo relojero, además de varios autómatas, como un equilibrista accionado por imanes o un perro que saltaba hacia una perdiz.

13. Los nuer, por ejemplo, tienen meses lunares irregulares, cuyos nombres se basan en las actividades que realizan durante las distintas épocas del año (y dependen de ellas), como *Jiom,* el periodo en que se forman los campamentos de ganado. Los amondawa reconocen la mañana y la tarde y las estaciones seca y lluviosa, pero no los meses ni los años. Tampoco tienen una palabra para el «tiempo» ni una unidad independiente de él.

14. Esto solo es estrictamente cierto para un tipo especial de arco, conocido como «arco cicloidal», que difiere un poco de la trayectoria que efectúa un peso en un cable. Pero, dado que el péndulo solo oscila en una estrecha sección del arco, el error es muy pequeño (cuanto más largo es el péndulo y más pequeña es la sección de arco, menor es el error).

15. Huygens era un experto en el pulido de lentes y en la fabricación de telescopios. Entre otras cosas, es famoso porque descubrió la primera luna de Saturno en 1655 y la verdadera forma de los anillos de ese mismo planeta en 1666.

16. La ley de la gravedad de Newton establece que cada partícula del universo atrae a las demás partículas con una fuerza que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de las distancias que hay entre ellas.

17. 60 (segundos) x 60 (minutos) x 24 (horas) = 86.400.

18. Son 9.192.631.770 oscilaciones de un átomo de cesio 133. En cualquier caso, los físicos todavía tienen que incorporar ocasionalmente segundos al calendario para asegurar que los relojes permanecen alineados con el día y la noche.

1. La Tierra gira a 15 grados por hora —360 grados en un día de 24 horas—, de manera que, si una persona navega al oeste de Londres, por ejemplo, y el Sol alcanza su punto más alto (12 p.m) cuando un reloj ajustado a la hora de Londres marca las 4 p.m., habrá recorrido 4 x 15 = 60 grados hacia el oeste.

2. El *Almanaque náutico* no ha dejado de publicarse desde entonces y Greenwich fue al final seleccionada como punto de referencia para medir las longitudes generales (y las horas).

3. Este cálculo también tendría en cuenta el aparente cambio de posición del Sol, que es la razón por la que los tránsitos de Venus son más adecuados para calcular el paralaje que los de Mercurio (que se producen con más frecuencia). Mercurio está más cerca del Sol, de forma que el cambio de posición respecto a este sería, en este caso, mucho menor.

4. Las observaciones de Cook sobre un eclipse solar que tuvo lugar en 1766, por ejemplo, fueron publicadas por la Royal Society y ayudaron a determinar la longitud de Newfoundland.

5. La explicación de este efecto ha sido objeto de controversia; en la actualidad se piensa que está causado por la difracción o desviación de la luz alrededor del borde del planeta.

6. Unos ciento cincuenta y un observadores de setenta estaciones de todo el mundo comunicaron sus resultados a varias sociedades en unos seiscientos documentos.

7. La mayoría de los miembros de este equipo murió de fiebre amarilla poco después del tránsito. El astrónomo francés Guillaume Le Gentil no tuvo mejor suerte: tras perderse el tránsito de 1761 debido a la guerra, esperó ocho años en el área del océano Índico a que se produjera el tránsito de 1769, que tampoco pudo ver a causa de las nubes, una decepción que casi lo hizo enloquecer.

8. La distancia entre la Tierra y el Sol se denomina unidad astronómica (UA). Su valor varía ligeramente debido al tiempo y al punto de referencia, de manera que en 2012 los astrónomos decidieron fijar su definición en 149.597.870 kilómetros exactos.

9. Mientras Cook y sus compañeros medían la costa de Nueva Zelanda y registraban su cultura y su fauna, Tupaia se convirtió en su portavoz oficial. Cook nunca reconoció que la ayuda de Tupaia había sido fundamental para que la tripulación del Endeavour pudiera entablar relaciones amistosas con la población local. De hecho, el mundo académico solo ha admitido recientemente el papel que jugó.

10. Un tercio de la tripulación sucumbió a las enfermedades que padecía Batavia, incluido el astrónomo Charles Green.

11. En cada latitud concreta, cada estrella ascenderá o se pondrá en el mismo punto del horizonte.

12. Esto no significa que los polinesios creyeran literalmente que no se movían; solo era la manera en que concebían su posición en el ámbito de la navegación. De forma casi similar, hoy en día pensamos que el sol sale y se pone en el horizonte, a pesar de saber que es la Tierra la que se mueve.

13. De tener razón, el mapa solo indica las direcciones de navegación desde cada punto central, no las distancias. Pero Cook y sus compañeros anotaron que Tupaia también había hablado de tiempos de navegación hacia las diferentes islas (más relevantes para los navegantes polinesios que las distancias absolutas, porque además contenían información sobre las corrientes y los vientos).

1. Tombuctú, Mali, fue centro de la cultura islámica en los siglos XV y XVI y constituye otro ejemplo de ciudad con un diseño cósmico. Estaba dividida en cinco «cuadrantes», que representaban cada uno a una estrella primordial, y cuatro estrellas circundantes asociadas a los puntos cardinales.

2. El trabajo que realizó Bacon en el siglo XVII contribuyó a desarrollar el método científico.

3. Esta tradición deriva de una serie de conferencias financiadas por el físico Robert Boyle sobre la relación existente entre el cristianismo y la nueva ciencia. La primera, presentada por el teólogo Richard Bentley en 1692, llevaban por título «Una refutación del ateísmo derivada del origen y la estructura del mundo». El mismo Newton escribió a Bentley para felicitarlo, porque, según le dijo, mientras escribía *Principios matemáticos de la filosofía natural* se había preguntado si los principios que estaba describiendo ayudarían a sostener la fe en Dios: «Nada puede alegrarme más que descubrir que contribuyen a alcanzar esa finalidad».

4. Algunos historiadores sostienen que también influyó en él la tradición de franqueza y escepticismo propia de la educación cuáquera que había recibido.

5. Los dos se distanciaron más tarde y Paine criticó a Bonaparte por sus maneras dictatoriales.

6. Smith argumentó, por ejemplo, que los gobiernos no debían intervenir en los mercados para que los bienes y servicios pudieran alcanzar su «precio natural, hacia el que gravitan continuamente los precios de todas las mercancías».

7. Entre estas «leyes» psicológicas se encuentran la ley de Weber, publicada en 1834, que cuantificaba la percepción del cambio en unos estímulos dados, y la ley de Thorndike, publicada en 1905, según la cual, las respuestas que producen un efecto satisfactorio en una determinada situación tienen más probabilidades de volver a producirse. (Los psicólogos modernos recelan más de las leyes y prefieren términos menos ambiciosos como «efecto» o «principio»).

1. En 1802, un químico británico llamado William Hyde Wollaston notó siete líneas oscuras en el espectro solar, pero no investigó sobre ellas. Según parece, Fraunhofer no conocía la investigación que había llevado a cabo Wollaston cuando comunicó lo que había observado. En cualquier caso, fue mucho más lejos que su predecesor y usó muestras de cristal puro y mediciones precisas para registrar cientos de líneas.

2. En 1800 William Herschel comprobó que, al poner un termómetro justo después del extremo rojo del espectro, este se calentaba más rápido que cualquier otro situado en el espectro visible. Esta radiación de calor se conoce hoy en día como «infrarrojo».

3. En una memoria publicada en 1888, Kirchhoff recordaba que los investigadores también trataban de averiguar si había oro. Por lo visto, su banquero le comentó: «¡Qué más me da que haya oro en el Sol si no puedo traerlo hasta aquí abajo!». Al cabo de poco tiempo, Kirchhoff recibió una medalla por su descubrimiento y un premio en soberanos de ese metal precioso. Mientras se los tendía a su banquero, no pudo contenerse y le dijo: «Mire esto, al final he conseguido traer hasta aquí un poco de oro solar».

4. Huggins escribió más tarde que, poco después de haber construido el observatorio, se sintió «un poco insatisfecho con la rutina del trabajo astronómico ordinario y empecé a pensar vagamente sobre la posibilidad de investigar sobre el cielo en una nueva dirección o aplicando nuevos métodos».

5. El comentario de Huggins suele citarse porque parece resumir la excitación que sentían los astrónomos por aquel entonces, el sentimiento de que el estudio del cielo nunca iba a ser igual. La historiadora Barbara Becker ha puesto en duda que Huggins fuera tan clarividente, ya que, argumenta, su trabajo arrancó de forma gradual y escribió esos comentarios varias décadas más tarde, después de haber demostrado el potencial de la espectroscopia. De todas formas, otros científicos (como Roscoe y De la Rue) empezaban a comprender al mismo tiempo el significado del nuevo enfoque, mientras que el propio Huggins publicó su primer estudio sobre la espectroscopia estelar en menos de un año y siguió adelante.

6. La línea resplandeciente de color azul y verde de esa nebulosa planetaria no se correspondía con ningún elemento terrestre conocido, de manera que Huggins pensó que podía pertenecer a una «sustancia ignota», que al final resultó ser la llamada «nebulio». En 1927 se descubrió que era una forma exótica de oxígeno y no un nuevo elemento.

7. En la actualidad se sabe que las nebulosas planetarias son estrellas moribundas que han arrojado un escudo resplandeciente de gas ionizado al espacio.

8. El físico austriaco Christian Doppler sugirió en 1842 que, si una estrella se mueve, la longitud de onda de su luz disminuirá a medida que se aproxima a nosotros —porque cada onda sucesiva debe recorrer menos distancia para alcanzarnos, de manera que estas llegan más juntas— y aumentará a medida que se aleja. Huggins escribió al físico James Clerk Maxwell preguntándole por su análisis matemático del efecto, que luego utilizó para calcular el movimiento de las estrellas, incluida Sirio.

9. Por lo visto, Kepler podía responder a problemas matemáticos sencillos ladrando (varios años antes de que un caballo alemán llamado Clever Hans se hiciera famoso por un truco similar) y le aterrorizaban las carnicerías. El padre y el abuelo de Kepler tenían el mismo miedo; Huggins se lo contó a Charles Darwin, a quien también intrigó el aparente ejemplo de «antipatía heredada», a tal punto que en 1873 publicó un artículo sobre el tema en *Nature*.

10. La historiadora Barbara Becker sugiere que podría ser *A true story of the atmosphere of a world on fire*, de Charles Pritchard, presidente de la Royal Astronomical Society, que fue publicado en la revista *Good Words* en 1867.

11. Henry y Anna se casaron en 1867 y al día siguiente, en lo que más tarde llamaron su «viaje de novios», seleccionaron el cristal para el espejo de un telescopio reflector de setenta y un centímetros. Tardaron cinco años en fabricarlo y con él pudieron fotografiar el espectro de Vega en agosto de 1872.

12. Este método consiste en revestir una placa de cristal con una emulsión de gelatina sensible a la luz.

1. Al igual que Kandinsky, Malevich trató de antedatar su avance. Envió enseguida un boceto del cuadrado a Matyushin, que se disponía a publicar los dibujos originales y el texto de *Victoria sobre el sol.* En su carta, Malevich afirmaba que lo había realizado para la producción de 1913, pero que lo había pasado por alto. Los historiadores fueron víctimas de este engaño durante décadas, pero ahora todos están de acuerdo en que *Cuadrado negro* fue realizado en junio de 1915.

2. San Petersburgo pasó a llamarse Petrogrado en 1914 y luego Leningrado, en 1924. En 1991, recuperó el viejo nombre de San Petersburgo.

1. Brown y su compañero identificaron dos enjambres mensuales de *A. antiguensis*: uno grande, tres o cuatro días antes de la luna nueva, y otro pequeño, dos días después. Desde entonces, los biólogos han descubierto que el resto del tiempo viven en el interior de las esponjas.

2. Algunos experimentos se llevaron a cabo en una oscuridad constante, otros con una luz persistente, y algunos sujetos pudieron elegir entre encender o apagar la luz.

3. En 2007, por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud clasificó el trabajo por turnos que rompe los ritmos circadianos humanos como una probable causa de cáncer.

4. Se sabe que la división celular se produce sobre todo de noche, al menos en las células de los mamíferos, probablemente para reducir la exposición a los rayos ultravioletas del Sol, que pueden causar errores cuando se copia el ADN celular. Pero los autores del estudio sobre el coral descubrieron que no todas las noches eran iguales: muchos de los genes que participan en la división celular son mucho más activos durante la luna nueva respecto a la luna llena, lo que sugiere, al menos en el caso del *Acropora gemmifera*, que este proceso se mide para evitar la luz lunar, como sucede con la solar.

5. Además, el momento de dar a luz está actualmente controlado por factores artificiales como la inducción del parto o las cesáreas.

6. La gravedad del Sol ejerce también poca influencia en la marea solar.

7. El campo magnético de la Tierra oscila entre 30 y 60 μT (microteslas), y la variación solar diaria es de unas 50 nT (nanoteslas)

8. Brown demostró más tarde que otras especies, como los gusanos planos, también podían sentir los campos magnéticos (y eléctricos).

9. A continuación, una de las unidades fue modificada para realizar experimentos sobre la temperatura y, por tanto, las dos dejaron de ser idénticas.

10. Se piensa que los marineros vikingos aprendieron un truco similar utilizando cristales polarizados, como el espato de Islandia, para localizar el Sol en los días nublados y navegar por los mares árticos.

11. En 2019, los investigadores dirigidos por el geobiólogo del Instituto Tecnológico de California Joseph Kirschvink publicaron datos sobre las ondas cerebrales de treinta y cuatro voluntarios, que demostraban que el hombre puede detectar los campos magnéticos, incluso de forma inconsciente. Kirschvink cree que esto tiene lugar a través de cristales de magnetita y no de las proteínas criptocromo. Es posible que los dos mecanismos funcionen en el ser humano.

12. En algunas especies, como la mosca de la fruta, los criptocromos reinician el reloj circadiano todos los días como reacción a las pulsaciones de la luz del día, mientras que en los vertebrados constituyen el engranaje básico del mecanismo de relojería que contribuye a ajustar su velocidad general (algunas especies, como las mariposas monarca, tienen los dos tipos). Los criptocromos se encuentran también entre los genes que siguen el ciclo de las fases lunares.

13. Estos temblores afectan al número de rayos cósmicos causantes de la mutación, que pueden alcanzar la Tierra.

1. El autor de esas historias era un joven periodista llamado Richard Adams Locke, que, por lo visto, pretendía ironizar sobre las absurdas declaraciones de Dick, Gruithuisen y otros. Pero los lectores se lo creyeron a pie juntillas. Los fantásticos hallazgos duplicaron la tirada del *Sun* y fueron ampliamente cubiertos también por otros periódicos: el *New York Times* las describió como «probables y posibles» y el *New Yorker* afirmó que habían hecho nacer «una nueva era en la astronomía y la ciencia».

2. De hecho, Crick sugirió que la vida no había comenzado en la Tierra y que los extraterrestres la habían puesto en ella a propósito (una opinión que fue rechazada por sus compañeros).

3. Con anterioridad a 1996, Thomas-Keprta publicaba con su nombre de soltera, Kathie Thomas.

4. En 1992 se descubrieron dos planetas orbitando alrededor de un púlsar, pero este hallazgo no se suele considerar relevante para la búsqueda de otros sistemas solares como el nuestro. Los planetas de púlsar son raros, en ellos no puede haber vida (al menos, tal y como la conocemos) y se forman de manera muy diferente a los que rodean las estrellas de la secuencia principal.

5. En octubre de 2019, Queloz y Mayor fueron premiados con la mitad del premio Nobel de Física por su descubrimiento de 51 Pegasi b. La otra mitad fue para el cosmólogo James Peebles por sus descubrimientos teóricos relativos a la evolución del universo.

6. Las propiedades son: gama de tamaño estrecha, químicamente puros, sin defectos estructurales y una forma extraña de hexaoctaedro truncado.

7. Los astrónomos también han enviado señales. El telescopio Arecibo, que se encuentra en Puerto Rico, transmitió en 1974 uno de los primeros mensajes destinados a los extraterrestres, ideado por Frank Drake y Carl Sagan, a un cúmulo estelar próximo. A Martin Ryle, astrónomo real del Reino Unido por aquel entonces, le horrorizó la idea de que se intentara establecer el contacto sin un debate público previo. Escribió a Drake lamentándose de que era «muy peligroso revelar nuestra existencia y ubicación a la galaxia; por lo que sabemos, las criaturas que viven ahí fuera pueden ser malévolas o estar hambrientas». Arecibo también difundió una respuesta a la señal «¡Guau!», en 2012. Patrocinada por National Geographic, esta señal incluía alrededor de diez mil mensajes de Twitter, etiquetados con la almohadilla #ChasingUFOs. A finales de 2017, un grupo sin ánimo de lucro denominado METI International empezó a enviar sus propios mensajes a la inteligencia extraterrestre emitiendo lecciones de música y matemáticas a un exoplaneta próximo.

8. Incluido el astrónomo real Martin Rees y (antes de su muerte en 2018) el cosmólogo Stephen Hawking.

A la luz de las estrellas
Jo Marchant

No se permite la reproducción total o parcial de este libro,
ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión
en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico,
mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos,
sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción
de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito
contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes
del Código Penal).

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos)
si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.
Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com
o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47.

Diseño de cubierta: Planeta Arte & Diseño
Fotografía de cubierta: © Ivan Kmit

Edición original: The Human Cosmos: A Secret History of the Stars. Canongate, Edimburgo, 2020
Publicado por acuerdo con Canongate Books Ltd, 14 High Street, Edinburgh EH1 1TE

© Jo Marchant, 2020

© de la traducción: Patricia Orts Garcia, 2022

© Editorial Planeta, S. A., 2022
Espasa, un sello editorial de Editorial Planeta, S. A.
Avda. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España)
www.planetadelibros.com
www.espasa.es

El editor hace constar que se han realizado todos los esfuerzos para localizar y recabar las autorizaciones de los propietarios del copyright de las imágenes que ilustran esta obra, manifiesta la reserva de derechos de la misma y expresa su disposición a rectificar cualquier error u omisión en futuras ediciones.

Primera edición en libro electrónico (epub): enero de 2022

ISBN: 978-84-670-6496-4 (epub)

Conversión a libro electrónico: Realización Planeta

¡Encuentra aquí tu próxima lectura!

¡Síguenos en redes sociales!